ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AVRIL 1951.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE JAVILLIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice nécrologique sur AIMÉ COTTON (1869-1951),
par M. **MAURICE JAVILLIER.**

MES CHERS CONFRÈRES.

En novembre 1923, l'Académie des Sciences accueillait en son sein **AIMÉ COTTON**, un physicien dont l'œuvre, dans le domaine de l'optique physique et de la magnéto-optique était de tout premier plan. Lundi dernier 16 avril, au jour naissant, Aimé Cotton est mort, après une vie toute droite, uniquement consacrée à la recherche scientifique et à l'enseignement. Nous avons appris son décès peu d'instants avant l'ouverture de notre séance du 16 et il nous faut aujourd'hui nous recueillir dans le souvenir de ce grand savant, qui fut aussi un grand citoyen, apporter à sa mémoire l'hommage des sentiments d'admiration que nous ressentons pour sa personne et pour son œuvre.

Aimé-Auguste Cotton est né le 9 octobre 1869 à Bourg, où son Père était Professeur de Mathématiques. La famille Cotton, était d'ailleurs et est demeurée presque exclusivement une famille d'universitaires et de savants. Un frère cadet d'Aimé Cotton, Émile, appartenait encore à notre compagnie il y a un peu plus d'un an. Aimé Cotton, admis à l'École Normale Supérieure en 1890, est agrégé des Sciences physiques en 1893, docteur ès Sciences en 1896. Durant cinq années à la Faculté des Sciences de Toulouse, il enseigne la physique aux étudiants du P.C.N. Professeur adjoint en 1900, il est, cette même année, chargé de suppléer Jules Violle à l'École Normale Supérieure. Chargé de cours (1904), puis professeur adjoint (1910) à la Sorbonne, tout en restant délégué à l'École Normale, il est nommé titulaire de la Chaire de Physique théorique et Physique céleste en 1920, de la Chaire de Physique générale en 1922.

Ce qu'il y a d'essentiel dans son œuvre (et comment, en ces courts instants, ne nous en tiendrions-nous pas aux grandes lignes ?) se groupe autour de la question de la symétrie moléculaire.

Aimé Cotton inaugure sa carrière par une découverte importante. Dans bien des cristaux, la tourmaline par exemple, le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire sont inégalement absorbés. Ceci se conçoit, puisque les deux rayons vibrent suivant des directions différentes, pour lesquelles le cristal n'a pas les mêmes propriétés. C'est un peu comme si l'on avait affaire à deux matières distinctes, dont les pouvoirs absorbants seraient inégaux. Mais le raisonnement, applicable à deux rayons polarisés rectilignement, ne saurait l'être à deux rayons circulaires droit et gauche, car il ne peut plus être question de direction de vibrations. Cependant, si ces rayons se propagent dans un milieu doué de pouvoir rotatoire, leurs vitesses ne sont pas égales, d'où une certaine analogie avec le cas de la tourmaline. Cotton en déduit que, si le milieu est coloré, les deux rayons doivent être inégalement absorbés. L'expérience, réalisée avec diverses solutions colorées de tartrates (et d'abord avec la liqueur dite de Fehling), confirme la prévision : *L'absorption d'un rayon circulaire n'est pas la même suivant qu'il est droit ou gauche.* Un faisceau de lumière naturelle qui a traversé de tels liquides donne à la sortie, dans un analyseur circulaire, deux plages d'intensités différentes et dont la coloration n'est pas la même si l'expérience est faite en lumière blanche. Ces corps absorbants pourraient constituer des polariseurs circulaires analogues aux polariseurs rectilignes du type de la tourmaline.

Cette découverte est suivie de celle de la *dispersion rotatoire anomale.* Dans un liquide coloré doué de pouvoir rotatoire, la rotation du plan de polarisation varie avec la longueur d'onde tout autrement que dans les liquides incolores et peut même changer de signe quand on passe d'une couleur à une autre, anomalie qui se rattache, comme le dichroïsme circulaire, aux propriétés des corps au voisinage des bandes d'absorption.

Ces deux découvertes, *dichroïsme circulaire* et *dispersion rotatoire anomale*, apportent de précieux moyens d'investigation des configurations des molécules. M. Cotton les complète en montrant qu'un liquide coloré *inactif*, auquel on communique le pouvoir rotatoire à l'aide d'un champ magnétique, présente, près des bandes d'absorption, *des déformations systématiques de la courbe de dispersion rotatoire.* Plus tard, il observe, dans de tels liquides, le *dichroïsme circulaire* comme dans les liquides naturellement actifs.

Après cet important effort expérimental, les travaux de Cotton prennent une autre direction. Zeeman venait de découvrir les changements que subissent les raies d'émission dans un champ magnétique. Cotton réalise une expérience analogue en agissant sur l'absorption. Il trouve qu'une

flamme sodée placée entre les pôles d'un électro-aimant en activité ne renverse plus les raies $D_1 D_2$ émises par une flamme semblable placée hors du champ : *les raies d'absorption sont, comme les raies d'émission, modifiées par un champ magnétique.* Il trouve en outre que, dans un faisceau de lumière blanche, la flamme soumise au champ absorbe seulement les vibrations parallèles à celles qu'elle émet, se comportant, pour ces vibrations, comme une tourmaline parallèle à l'axe. Une étude plus poussée le conduit à reconnaître, qu'au changement magnétique des raies d'absorption d'une flamme colorée, s'ajoute une biréfringence magnétique au voisinage des raies d'absorption.

La grandeur des *variations que subissent les longueurs d'onde sous l'influence du champ* était très mal connue. Cotton entreprend des mesures précises, pour lesquelles il utilise une balance magnétique créée par lui, mesures sur les raies d'émission, puis sur les raies renversées par une flamme, à diverses températures. Il est alors en mesure d'affirmer notamment que *la température est sans influence sur l'effet Zeeman.*

Cette série de recherches est complétée par la détermination, dont la précision est d'un si haut intérêt, *du rapport de la charge de l'électron à sa masse.* Avec Pierre Weiss, il effectue cette mesure au moyen des raies bleues du zinc dans des champs très intenses exactement connus. Le résultat se trouve sensiblement différent de celui qui était admis; mais il est établi que les expériences antérieures avaient été faussées par une erreur systématique. Le nombre de Cotton et Weiss ($e/m = 1{,}767.10^7$) est exact à moins de 2/1000 près.

Et voici que notre Confrère, après avoir incliné son labeur vers l'électronique, revient à la Physique moléculaire. Il y revient par des recherches sur les particules ultra-microscopiques poursuivies en collaboration avec Henri Mouton. Les auteurs créent un ultramicroscope à réflexion totale d'un maniement facile, à l'aide duquel ils accumulent les observations sur les mouvements des granules des pseudosolutions, leur signe électrique, les déplacements qu'ils subissent dans un champ électrique, ou continu, ou alternatif (de fréquence même très élevée), ou triphasé.

Pour apprendre à mieux connaître ces particules brillantes, perpétuellement agitées, sans forme ni structure, ils ont l'idée de placer les solutions colloïdales dans un champ magnétique. Après Majorana, ils observent la *biréfringence magnétique des colloïdes* et ils reconnaissent en outre que les colloïdes possèdent aussi le *pouvoir rotatoire et le dichroïsme circulaire magnétiques.*

Cotton et Mouton concluent que *les granules sont anisotropes et s'orientent dans le champ comme le feraient des particules cristallines* en suspension dans un liquide. Par une méthode tout à fait ingénieuse, ils fixent les granules orientés au moyen de gélatine et réalisent ainsi de véritables *aimants*

permanents transparents. L'aimantation résiduelle de ces curieux aimants présente un caractère remarquable : elle est beaucoup plus stable que celle d'un aimant d'acier.

Cette étude était une instructive préface à celle des *problèmes moléculaires*. Il devait tout naturellement venir à l'esprit de rechercher si d'authentiques molécules se comportent comme les granules colloïdaux. Et c'est ainsi que nos auteurs sont conduits à la découverte de la *biréfringence magnétique des corps liquides purs*, sans particules en suspension, dans lesquels s'effectue un grouillement de molécules cent mille fois plus petites que les grains sur lesquels portaient les expériences précédentes. Ils la découvrent dans le nitrobenzène d'abord, puis dans d'autres liquides; c'est, en fait, une propriété générale des liquides. Ils l'expliquent par *l'anisotropie des molécules. L'orientation est la conséquence de l'anisotropie*.

La biréfringence magnétique est proportionnelle à l'épaisseur du liquide et au carré du champ. Elle est, avec le nitrobenzène et le monobromonaphtalène, assez grande pour être observable par projection; elle se prête à des mesures directes précises; elle offre une méthode optique de mesure des champs magnétiques.

La biréfringence magnétique varie beaucoup avec la constitution chimique des liquides. Les différences que présentent à cet égard les corps liquides de la série aromatique avec ceux de la série grasse sont particulièrement marquées. Les derniers parurent même d'abord tout à fait inactifs. Il en fut de même, à l'exception du sulfure de carbone, de toutes les substances minérales. Mais c'est seulement *par l'ordre de grandeur des biréfringences* que diffèrent les divers groupes de substances chimiques.

L'ensemble des résultats recueillis par Cotton et Mouton met en évidence l'influence de certains groupes d'atomes ou même de certains atomes. Il appuie fortement la théorie de l'orientation moléculaire et conduit, d'après les auteurs, à admettre que *les atomes eux-mêmes comme les groupes d'atomes, possèdent une anisotropie caractéristique*. Est-il besoin de dire combien les chimistes et biochimistes se sont intéressés à de telles notions ?

Cotton et son collaborateur ont, par tout cela, ouvert un vaste champ de recherches. Longtemps les physiciens n'avaient eu, sur la symétrie moléculaire, que les renseignements peu évocateurs que donne le pouvoir rotatoire. Cotton et Mouton donnent un moyen nouveau d'en aborder l'étude par action simultanée sur les molécules d'un champ électrique et d'un champ magnétique.

Mais j'en viens à l'une des plus belles réussites d'Aimé Cotton : *le gros électro-aimant de Bellevue*. Cotton avait reconnu que les études sur le magnétisme exigeaient une augmentation non seulement de l'intensité du champ, mais aussi du volume dans lequel il est utilisable. Après avoir examiné

diverses solutions du problème, Cotton présente à l'Université de Paris et à l'Académie des Sciences un projet pour la réalisation duquel un certain capital avait été mis en réserve. A dater de cet instant, Cotton met tout en œuvre pour aboutir. Il aboutit effectivement et chacun sait combien de travailleurs ont pu, depuis 20 ans, recourir à l'installation de Bellevue pour le plus grand avantage de la connaissance scientifique.

Si l'on obtient facilement des champs intenses dans un électro-aimant, il faut, pour maintenir le courant dans les bobines et l'aimantation du fer doux, consentir à une grande dépense d'énergie; d'autre part, l'intensité du champ dont il faudrait assurer la constance pour des mesures précises, suit les variations inévitables du courant inducteur. C'est pourquoi Cotton projette, et réalise, un *gros aimant permanent*. Le laboratoire de Bellevue est, dès lors, doté de deux puissants instruments qui en font un centre de recherches unique au monde.

Ces réalisations sont postérieures à la première grande guerre et cette remarque me rappelle que je n'ai pas encore souligné le rôle joué par Aimé Cotton en 1914-1918. Ce rôle fut pourtant éminent; ce fut, magnifiquement, celui d'un homme de science, doublé d'un homme d'action.

Dès le début des hostilités, Cotton s'est mis au service de la Défense Nationale. Or, les laboratoires étaient vidés par la mobilisation générale. Il installe de nouvelles équipes et se met au travail. Il s'occupe notamment de *repérage par le son*. Dès les premiers mois de 1915, une méthode Cotton-Weiss est employée sur le front. Plusieurs des élèves de Cotton sont partis aux Armées avec des appareils de repérage. De ceux-ci, voici ce que dit l'un d'eux (notre Confrère M. Cabannes) : « Ces appareils sont des chefs-d'œuvre. La possibilité de mesurer de très courtes durées avec un fluxmètre permet l'emploi de bases courtes pour déterminer la direction d'une onde sonore; le matériel est léger, facile à déplacer, c'est un véritable matériel de campagne. »

Et Cotton n'abandonne pas à eux-mêmes ses collaborateurs, il va les visiter sur place, dans les tranchées, apportant ses informations et ses encouragements.

Notre Confrère s'occupe encore de la mesure de la *vitesse initiale des projectiles*, problème qu'il résout par une modification du fluxmètre.

Il s'attache à la connaissance de *l'influence des conditions atmosphériques sur le tir* et à *l'établissement des tables de correction*, dont le capitaine d'artillerie Jolibois lui avait signalé l'importance. Tables et graphiques appropriés sont mis au point avec le concours de M. Vessiot et de M. Buisson.

Après avoir écrit ces quelques pages sur l'œuvre scientifique de A. Cotton, j'ai parcouru à nouveau l'exposé de titres qu'il a rédigé en 1923 et pris conscience de tout ce que je ne pourrai dire en ces courts instants, toutes les recherches entreprises et menées à bien en d'autres domaines de la

Physique, recherches auxquelles il appliquait comme toujours sa curiosité, sa richesse d'idées, son habileté expérimentale.

Comment ne noterais-je pas son talent d'inventeur et de constructeur ? Il n'est presque pas d'étude pour laquelle il n'ait inspiré quelque dispositif nouveau : amélioration des sources de lumière, perfectionnement des mesures polarimétriques, construction de lames cristallines, interféromètre, réseaux, balance pour la mesure des champs magnétiques, ultramicroscope déjà cité, etc.

Je prends conscience aussi du talent avec lequel il sait exposer. Tout est clairement ordonné, exprimé; l'idée neuve jaillit, comme naturellement, des prémices et, loin de s'arrêter à la vue première et au fait observé, l'auteur va au delà, laisse pressentir tout ce qu'il y a de richesse dans les points de vue nouveaux. Ce Physicien est un grand Philosophe de la Nature.

Il a rédigé des livres, des revues, des conférences sur des sujets où il fut un novateur, ainsi : « *Le Phénomène de Zeeman* » dans la collection Scientia; « *Ultramicroscopes et Objets ultramicroscopiques* », avec Henri Mouton; « *Symétrie des cristaux et Symétrie moléculaire* », conférence de la Société Française de Physique, etc.

Comment s'étonner, dès lors, qu'il fut un professeur éminent ? Ses élèves — à Toulouse, à l'École Normale, à la Sorbonne, à Bellevue, il en eut beaucoup et de brillants — l'ont dit en cette séance de 1948 qui fut sa fête jubilaire. L'un d'eux se plait à évoquer ses belles leçons, particulièrement ses conférences préparatoires à l'agrégation, « la logique et la clarté de ses exposés, l'élégance de ses démonstrations ». Tous proclament lui devoir « leur solide formation intellectuelle et morale, leur goût pour la recherche, leur culte pour la vérité scientifique ».

Cotton avait été trois fois lauréat de l'Académie (Prix Pierson-Perrin en 1907, La Caze en 1918, Albert Ier de Monaco en 1928). En 1938, A. Cotton avait présidé notre Compagnie.

Dans les temps douloureux que nous avons vécus de 1940 à 1944, cette âme noble et généreuse, ce citoyen épris de justice, hostile à toute oppression, devait, en compagnie de quelques confrères, concentrer sur lui l'attention des occupants. Ravir sa liberté à un si pur Français était bien tendant, et c'est ainsi que, sans motif avouable, Cotton fut astreint à vivre quelques semaines à la prison de Fresnes. Celui qui, à tant de titres, — Savant, éducateur de bien des Maîtres de ce temps, serviteur ardent de la Patrie en paix et en guerre, conscience droite et rigide — méritait déjà pleinement d'être considéré comme un grand Citoyen, reçut, par cette odieuse persécution, une auréole de plus.

En votre nom, mes chers Confrères, je renouvelle à Mme Cotton, sa compagne si profondément dévouée, si capable de comprendre et d'assister

un homme d'un tel mérite, l'expression que, dès la première heure, je lui ai transmise, de notre chagrin et de notre respect. Je prie ses enfants, M. et Mme Eugène Cotton, M. et Mme Manigaux, de croire à notre bien vive sympathie.

PHYSIOLOGIE. — *Effets de l'inhalation d'oxygène pur, à la pression atmosphérique, sur les facultés intellectuelles de l'Homme normal.* Note (*) de MM. **Léon Binet, Maurice-V. Strumza** et **Jacques Lévy.**

Les animaux soumis à l'inhalation continue d'oxygène pur présentent une tendance à la léthargie, un état de torpeur et de frilosité entrecoupé de courtes périodes d'activité. Chez l'Homme en état d'hypoxémie, il a été observé quelquefois, à la suite d'une brusque suroxygénation, de la confusion mentale, de la stupeur et même une perte de conscience. Mais en l'absence d'anoxémie, les fonctions psychiques de l'Homme normal réagissent-elles à l'inhalation d'oxygène pur ?

Nous avons pensé pouvoir répondre à cette question à l'aide de la méthode des tests écrits d'intelligence et nous nous sommes adressés à 42 élèves en médecine dont 16 du sexe féminin. Ces étudiants et étudiantes furent soumis préalablement au test n° 2 de Mme H. Piéron pour adultes cultivés ([1]), exécuté en 90 mn. Nous avons pu ainsi, pour chaque sujet, évaluer la compréhension, le sens critique, l'invention, le bon-sens, l'intelligence logique, l'intelligence numérique et enfin l'efficience totale. D'après le résultat de ce test, jeunes gens et jeunes filles ont été groupés deux par deux, réalisant des couples de même type d'intelligence et de valeur quantitative équivalente.

Dans un second temps, chaque couple exécutait deux autres tests pendant l'inhalation d'air ordinaire par un des élèves et d'oxygène pur à la pression atmosphérique par l'autre élève. La gêne minime provoquée par le port du masque à soupapes était identique pour les deux sujets, et rien ne différenciait les deux obus fournissant le gaz dont étaient remplis les spiromètres de Tissot. La nature du gaz respiré ainsi que le but de l'expérience étaient ignorés des candidats.

Après 5 mn de respiration à l'aide du masque, le test de Spearman ([1]) était commencé. La durée de cette épreuve était limitée à 6 mn. Après un repos de 5 mn pendant lesquelles l'inhalation des gaz contenus dans les

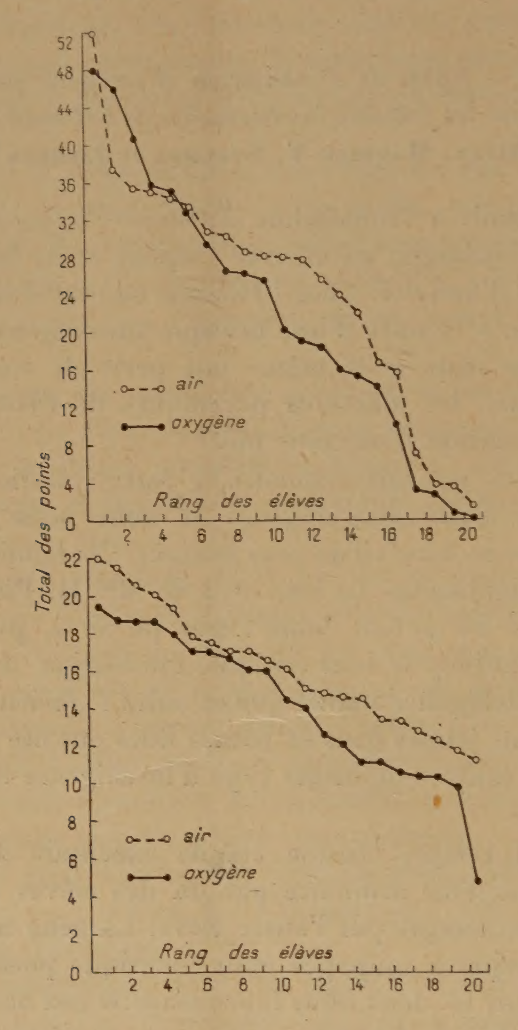
---

(*) Séance du 9 avril 1951.

([1]) Ces différents tests sont appliqués : le test de Mme H. Piéron et le test de Spearman, au centre d'orientation professionnelle, le test de Faverges au centre de psychotechnie de l'Armée de l'air à Versailles.

spiromètres n'était pas interrompue, le test de Faverges [1], d'une durée de 25 mn, était commencé.

Les résultats, qui portent sur la valeur intellectuelle totale et les erreurs, sont groupés en deux figures.



Le test de Spearman, terminé, après les 11 premières minutes de l'inhalation, ne permet pas de mettre en évidence une influence certaine liée à la suroxygénation. La moyenne du nombre des points obtenus au total par les 21 étudiants respirant de l'air normal est de $24,85 \pm 2,84$, tandis que la moyenne obtenue par les 21 étudiants respirant de l'oxygène pur est de $22,19 \pm 3,1$. Les résultats sont un peu moins bons pendant la suroxygénation, mais l'écart n'est pas statistiquement significatif.

La valeur moyenne des erreurs s'est élevée légèrement : $1,05 \pm 0,25$ à l'air et $1,18 \pm 0,24$ à l'oxygène; sans que cet accroissement soit significatif.

De la 16° à la 41° minute de l'inhalation d'oxygène, un effet perturbateur sur les fonctions intellectuelles se fait nettement sentir. Le total des points du test de Faverges est, en moyenne, de $16{,}01 \pm 0{,}72$ avec de l'air normal et il est de $14{,}03 \pm 0{,}85$ seulement chez les 21 sujets respirant de l'oxygène. Statistiquement, ces différences sont significatives.

C'est particulièrement l'importance des erreurs qui augmente pendant la suroxygénation prolongée. La valeur moyenne des erreurs est de $1{,}08 \pm 0{,}20$ à l'air et de $1{,}78 \pm 0{,}28$ à l'oxygène, les différences étant significatives.

Le nombre des réponses justes est diminué pendant la suroxygénation : $15{,}86 \pm 0{,}65$ contre $17{,}09 \pm 0{,}51$ à l'air en moyenne, mais l'effet dépresseur est toutefois moindre que l'effet perturbateur se traduisant par l'augmentation des erreurs.

La rigueur de l'expérimentation que nous avons poursuivie permet d'éliminer toute influence psychique liée aux conditions mêmes de l'épreuve. Aucun test n'est utilisé deux fois de suite sur le même sujet.

L'inhalation d'oxygène pur, à la pression atmosphérique, a donc une action défavorable sur les fonctions intellectuelles, augmentant les erreurs. Dans la limite de temps que nous avons explorée, cet effet perturbateur est néanmoins assez faible.

M. **Paul Fourmarier** fait hommage du *Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société géologique de Belgique et de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie tenue à Liége, Theux et Spa du* 15 *au* 18 *septembre* 1950.

PLIS CACHETÉS.

Les Héritiers de **Conrad Kilian** demandent l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 22 novembre 1948 et enregistré sous le n° 12494.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Pétrole et cuivre dans le Sahara Central.*

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Vladimir Frolow. *L'eau des continents et ses mécanismes.*

2° Comité interministériel de l'Alimentation et de l'Agriculture. *Rapport annuel sur l'état de l'alimentation et de l'agriculture en* 1949-1950.

3° *Mémoires de l'Institut d'études centrafricaines.* N° 1. *Les Légumineuses du Gabon,* par François Pellegrin.

4° *Boletin del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros,* Ano I, nos 1, 2 (Lima).

5° Direction de l'Agriculture, du Commerce et des Forêts du Maroc. *Esquisse préliminaire de la Carte des sols du Maroc, au* 1/1500000, dressée par Wladimir Cavallar (Kavaleridzé).

Il signale également un volume polycopié : Union géodésique et géophysique internationale. Huitième Assemblée générale, Oslo, Norvège, août 1948. *Procès-verbaux des Séances de l'Association de Météorologie.* III. *Rapports nationaux.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Supports de produits de composition.* Note de M. **Jacques-Louis Lions**, présentée par M. Jacques Hadamard.

La présente Note résout un problème posé par M. L. Schwartz. On utilise le

Théorème A [1]. — *Soit* $F(z)=\int_a^b \exp(-izt)f(t)\,dt$, $f(t)$ *étant une fonction continue à support compact, à valeurs réelles ou complexes;* (a, b) *étant le plus petit intervalle contenant le support de* f. *Si* $n(r)$ *est le nombre de zéros de* $F(z)$ *dans le disque* $|z|\leqq r$: $\lim_{r\to\infty} r^{-1}.n(r)=\pi^{-1}(b-a)$.

Corollaire 1. — *Soit* f *et* φ *deux fonctions continues à support compact;* (a, b) *et* (α, β) *les plus petits intervalles fermés contenant les supports de* f *et* φ. *Alors le plus petit intervalle fermé contenant le support de* $f\star\varphi$ *est* $(a+\alpha, b+\beta)$ [2]. *On généralise ce résultat aux distributions par régularisation* [3]. *On va étendre ce résultat à* R^n.

Soit $f(t_1, t_2)$ *une fonction continue à support compact;* K_f *le plus petit convexe fermé contenant le support de* f; *a et b les abscisses des droites d'appui de* K_f, *parallèles à* ot_2 $(a<b)$. *On introduit*

$$F(z_1, z_2)=\iint \exp[-i(z_1 t_1+z_2 t_2)]f(t_1, t_2)\,dt_1\,dt_2=\int_a^b \exp(-iz_1t_1)\,g(t_1, z_2)\,dt_1$$

---

(1) Titchmarsh, *Proceedings of the London Math. Soc.*, 25, 1926, p. 283; Cartwright, *Proceedings of the London Math. Soc.*, 38, 1935, p. 164.

(2) Titchmarsh, *Theorie of Fourier intégral*, Oxford, 1937, p. 327; Crum, *Quarterly Journal of Math.*, 12, 1941, p. 107-111; Dufresnoy, *Comptes rendus*, 225, 1947, p. 857.

(3) Schwartz, *Théorie des distributions*, 2, Hermann, 1950-1951, Paris.

où

$$g(t_1, z_2) = \int \exp(-iz_2t_2) f(t_1, t_2)\, dt_2.$$

Proposition 1. — *a et b sont limites effectives d'intégration pour les z_2 qui n'appartiennent pas à un ensemble dénombrable du plan H_{z_2} des z_2.*

Démonstration. — *a.* Soit K un compact fixé quelconque de H_{z_2}; $n(t_1, K) = n(t_1)$ le nombre de zéros $\in K$ de la fonction de z_2 : $g(t_1, z_2)$. $n(t_1)$ est semi-continue supérieurement en t_1. Soit $(a, a+1/n)$ un voisinage de a. Il existe un ouvert non vide $U_n \subset (a, a+1/n)$ avec $n(t_1) \leqq M$ pour $t_1 \in U_n$ (M indépendant de t_1).

b. Introduisons ot_1 perpendiculaire à H_{z_2} en o. Δ_{z_ι} désignera la parallèle à ot_1 par $z_\iota \in H_{z_2}$. $g(t_1, z_\iota) = 0$ sur $e'_\iota \subset \Delta_{z_\iota}$, e'_ι étant un ensemble mesurable, de mesure $|e'_\iota|$. Soit e''_ι la projection, parallèlement à H_{z_2} de e'_ι sur ot_1 et $e_\iota = e''_\iota \cap U_n$. On a : $|e_\iota| = 0$ sauf pour un ensemble dénombrable de $z_\iota : D_n \subset K$ (ce qui démontre la proposition). En effet, supposons $|e_\iota| > 0$ pour un ensemble $z_\iota \in I$, non dénombrable; comme $n(t_1) \leqq M$ pour $t_1 \in U_n$ les e_ι recouvrent M fois au plus U_n. Donc : $\sum_\iota |e_\iota| \leqq M |U_n|$ ce qui est absurde. Le théorème A et la proposition 1 entraînent la

Proposition 2. — *Soit $n(r, z_2)$ le nombre de zéros de $F(z_1, z_2)$ considérée comme fonction en z_2, situés dans $|z_1| \leqq r$. On a $\lim r^{-1} . n(r; z_2) \pi^{-1}(b-a)$ pour tout $z_2 \in D$. (D, ensemble dénombrable du plan H_{z_2}). Si $z_2 \in D$, la limite existe et est inférieure. Même chose pour $n(z_1, r)$. On généralise facilement à $R^n . n \geqq 3$.*

Théorème 1. — *Soit $\mathcal{E}'(R^n)$; espace des distributions à support compact* (³). *Si $U \in \mathcal{E}'(R^n)$ on désigne par K_U le plus petit convexe contenant le support de U. On a $K_{S\star T} = K_S + K_T$. S, $T \in \mathcal{E}'(R^n)$.*

Démonstration. — On le démontre pour les fonctions continues en se ramenant aux droites d'appui des convexes, donc à ce qui précède. Pour passer aux distributions, on régularise (³).

Corollaire 1. — *Soit U une distribution à support limité à gauche par rapport à un cône convexe Γ* (⁴). *Si $U \in (\mathcal{D}'_{+\Gamma})$ soit Γ_U le cône de sommet ω_U déduit de Γ par translation, et circonscrit ou asymptote à K_U. On a $\omega_{S\star T} = \omega_S + \omega_T$ S, $T \in (\mathcal{D}'_{+\Gamma})$. En particulier il n'y a pas de diviseurs de zéro dans l'algèbre $(\mathcal{D}'_{+\Gamma})$, ce qui généralise un résultat connu pour R^1.*

Corollaire. — *Soit $F(z_1, z_2, \ldots, z_n)$ une fonction entière de type exponentiel à croissance polynomiale sur R^n. Alors $\lim r^{-1} n(r; z_2, z_3, \ldots, z_n)$ existe et est indépendant de $\zeta = (z_2, z_3, \ldots, z_n) \in C^{n-1}$, sauf pour $\zeta \in D =$ ensemble dénombrable $\subset C^{n-1}$. Pour $\zeta \in D$ la limite existe et est inférieure.*

(⁴) Schwartz, 2, p. 32-33.

Utilisant alors les résultats de ([5]), on obtient une formule reliant la croissance de F et son « nombre de zéros » : $n(r; z_2, z_3, \ldots, z_n)$([6]).

On peut aussi généraliser à R^n un résultat de ([7]).

On généralisera dans une Note ultérieure le théorème 1 à certaines distributions à supports non compacts.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la représentation conforme de deux domaines complémentaires.* Note de M. **Zeev Nehari**, présentée par M. Paul Montel.

Le but de la présente Note est de démontrer le théorème suivant :

Soit C *une courbe de Jordan analytique dans le plan complexe. Pour que les fonctions*

$$f(z)=a_1z+a_2z^2+\ldots \quad \text{et} \quad g(z)=b_{-1}z^{-1}+b_0+b_1z+b_2z^2+\ldots\ [g(z)\neq 0]$$

représentent le cercle-unité conformément sur l'intérieur et l'extérieur, respectivement, de la même courbe C, *il faut et il suffit que*

$$(1)\qquad \sum_{m=1}^{\infty} m\left[|a_m^{(n)}|^2+|b_m^{(n)}|^2\right]=-\sum_{m=-n}^{-1} m\,|b_m^{(n)}|^2 \qquad (n=1,2,\ldots),$$

où $a_m^{(n)}$ et $b_m^{(n)}$ *sont donnés par les développements*

$$(2)\qquad P_n[f(z)]=\sum_{m=0}^{\infty} a_m^{(n)}z^m, \qquad P_n[g(z)]=\sum_{m=-n}^{\infty} b_m^{(n)}z^m,$$

où $P_n(w)$ *est un polynome arbitraire de degré n.*

Démonstration. — Pour démontrer la nécessité de la condition, nous observons que les points $w=f(e^{i\theta})$ et $w=g(e^{i\theta})$ parcourent la même courbe analytique C si θ croît de 0 à 2π. Par conséquent, si $P_n(w)$ est un polynome de degré n, les points $W=P_n[f(e^{i\theta})]$ et $W=P_n[g(e^{i\theta})]$ décrivent une

---

([5]) C'est le théorème de Paley-Wiener (voir, Paley-Wiener, *Amer. Math. Colloquium*, XIX, 1934). On peut donner des résultats plus précis : théorème de Plancherel-Polya. Voir : *Commentarii Mathematici Helvetici*, 9, 1936-1937. Tous ces résultats sont étendus par Schwartz aux distributions, 2, p. 128-130.

([6]) Pour 2 variables on a :

$$\sup_{\alpha}\lim_{r\to\infty}\sup r^{-1}\operatorname{Log}|F(\alpha_1-i\lambda_1 r,\ \alpha_2-i\lambda_2 r)|+\sup_{\alpha}\lim_{r\to\infty}\sup r\operatorname{Log}|F(\alpha_1+i\alpha_1 r,\ \alpha_2+i\lambda_2 r)|$$
$$=\lim_{r\to\infty,\ z_2\in D_2} r^{-1}n(r,z_2)=\lim_{r\to\infty,\ z_1\in D_1} rn(r,z_1),$$

où $n(r,z_2)$ par exemple est le nombre de zéros de la fonction de z_1 : $F(\lambda_1z_1-\lambda_2z_2,\ \lambda_2z_1+\lambda_1z_2)$ et où D_2 par exemple est dénombrable.

([7]) Agmon, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 540. On peut alors généraliser un des résultats de Dixmier, *Portugaliæ Mathematica*, 8, 1949, p. 73-84.

certaine courbe analytique qui sera désignée par C_n. Considérons l'intégrale

$$I_n = \frac{1}{2}\int_{C_n} |W|^2 d(\arg W) = \frac{1}{2}\int |P_n(w)|^2 d[\arg P(w)] = \iint_D |P'_n(w)|^2 du\, dv,$$

où $w = u + iv$ et D désignent l'intérieur de C. Si $W = Re^{i\varphi}$ et $z = re^{i\theta}$, il suit des équations de Cauchy-Riemann que

$$I_n = \frac{1}{2}\int_{C_n} R^2 d\Phi = \frac{1}{2}\int_0^{2\pi} R^2 \Phi_0\, d\theta = \frac{1}{2}\int_0^{2\pi} RR_r\, dr = \frac{1}{4}\frac{\partial}{\partial r}\int_0^{2\pi} R^2\, dr$$

$$= \left[\frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial r}\int_0^{2\pi} |P_n[f(re^{i\theta})]|^2 d\theta\right]_{r=1} = -\left[\frac{1}{4}\frac{\partial}{\partial r}\int_0^{2\pi} |P_n[g(re^{i\theta})]|^2 d\theta\right]_{r=1},$$

où le signe négatif au dernier membre est dû au fait que C est parcouru par $g(re^{i\theta})$ dans le sens négatif lorsque θ croît de 0 à 2π. Substituant pour $f(z)$ et $g(z)$ leurs développements, nous obtenons (1).

Pour montrer que la condition est suffisante, nous supposons que $w = f(z)$ représente $|z| < 1$ sur un domaine D_1 et que $w = g(z)$ représente $|z| < 1$ sur l'extérieur d'un domaine D_2 qui ne coïncide pas avec D_1. Nous venons de démontrer que la condition (1) est équivalente à

$$\iint_{D_1} |P'_n(w)|^2 du\, dv = \iint_{D_2} |P'_n(w)|^2 du\, dv,$$

où $P_n(w)$ est un polynome quelconque de degré n. En vertu de l'égalité

$$2\,\mathcal{R}\{e^{i\tau}\overline{P'_m(w)}\,P'_n(w)\} = |P'_n(w) + e^{i\tau}P'_n(w)|^2 - |P'_m(w)|^2 - |P'_n(w)|^2,$$

il s'ensuit que

$$(3) \qquad \iint_{D_1} \overline{P'_m(w)}\,P'_n(w)\, du\, dv = \iint_{D_2} \overline{P'_m(w)}\,P'_n(w)\, du\, dv.$$

Donc, si nous orthonormalisons les polynomes $P_n(w)$ par les conditions

$$(4) \qquad \iint_{D_1} P'_n(w)\,\overline{P'_m(w)}\, du\, dv = \delta_{nm},$$

nous concluons de (3) que cette suite de polynomes est aussi orthonormalisée par rapport au domaine D_2.

Maintenant, nous formons la fonction-noyau

$$K(w, \eta) = \sum_{n=1}^{\infty} P_n(w)\,\overline{P_n(\eta)},$$

où les $P_n(w)$ satisfont à (4) et η est un point commun à D_1 et D_2. [L'existence d'un tel point résulte des conditions $f(0) = 0$ et $g(z) \neq 0$.]

D'après un résultat de M. S. Bergman [1], $\pi^{-\frac{1}{2}}[K(\eta, \eta)]^{-\frac{1}{2}}K(w, \eta)$ est la dérivée de la fonction $w_1 = F(w)$ qui représente D_1 conformément sur $|w_1| < 1$, et pour laquelle $F(\eta) = 0$. Puisque $K(w, \eta)$ est aussi la fonction-noyau de D_2, $w_1 = F(w)$ représente également D_2 sur $|w_1| < 1$, et l'identité de D_1 et D_2 est établie. La condition (1) est donc suffisante.

Nous ajoutons que les polynomes $P_n(w)$ peuvent être choisis arbitrairement, la seule condition étant qu'il y ait des polynomes de tous les degrés. La condition (1) prend une forme particulièrement élégante si nous identifions les $P_n(w)$ avec les polynomes de Faber associés à $g(z)$, c'est-à-dire les polynomes $P_n(w)$ tels que $P_n[g(z)] - z^{-n}$ soit régulier en $z = 0$. Dans ce cas, on obtient la condition

$$\sum_{m=1}^{\infty} m[|a_m^{(n)}|^2 + |b_m^{(n)}|^2] = n \qquad (n = 1, 2, \ldots).$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Un critère de normalité d'une famille de fonctions algébroides.* Note de M. **Nicolas Baganas**, présentée par M. Paul Montel.

1. Définition de la distance et de la convergence dans l'espace projectif complexe.

Dans l'espace projectif complexe à n dimensions, on peut définir de plusieurs façons une « distance »; la définition que nous donnons, ici, nous a été très utile pour la brièveté et la simplicité des démonstrations des théorèmes qui suivent.

Soient $P_1(\alpha_0^{(1)}, \alpha_1^{(1)}, \ldots, \alpha_n^{(1)})$ et $P_2(\alpha_0^{(2)}, \alpha_1^{(2)}, \ldots, \alpha_n^{(2)})$, avec

$$N_1 = \sqrt{\sum_{j=0}^{n} |\alpha_j^{(1)}|^2} \neq 0, \qquad N_2 = \sqrt{\sum_{j=0}^{n} |\alpha_j^{(2)}|^2} \neq 0,$$

deux points de cet espace; nous adoptons comme définition de la distance $|P_1 P_2|$ de ces points l'expression

$$|P_1 P_2| = \text{minimum de} \sum_{j=0}^{n} \left| \frac{\alpha_j^{(1)}}{N_1} - \frac{\alpha_j^{(2)}}{N_2} e^{i\theta} \right|$$

quand θ réel varie de 0 à 2π; il est presque évident que $|P_1 P_2|$ a les propriétés d'une distance

$$|P_1 P_2| \geq 0, \qquad |P_1 P_2| = |P_2 P_1|, \qquad |P_1 P_2| + |P_2 P_3| \geq |P_1 P_3|.$$

Nous dirons qu'une suite infinie de points distincts $P_1, P_2, \ldots, P_n, \ldots$ tend

(1) *Mém. Sc. math.*, nos 106, 108, Gauthiers-Villars, Paris.

vers le point limite P si $\lim_{n\to\infty} |P_nP| = 0$; il est clair que : 1° si une suite a pour limite un point P, elle ne peut pas avoir pour limite un autre point P′; 2° le critère de Cauchy subsiste.

2. Considérons une suite infinie $u_j(z)$

$$u_1(z),\quad u_2(z),\quad \ldots,\quad u_j(z),\ \ldots$$

de fonctions algébroïdes à n branches définies respectivement, dans un même domaine D, par les équations

$$\text{(A)}\quad F_j(u, z) \equiv f_0^j(z)u^n + f_1^j(z)u^{n-1} + \ldots + f_n^j(z) = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, n, \ldots),$$

où $f_0^j(z)$, $f_1^j(z)$, ..., $f_z^j(z)$ sont des fonctions holomorphes dans D ne s'annulant pas simultanément pour une même valeur z.

A chaque équation $F_j(u, z) = 0$, et pour chaque z dans D, nous faisons correspondre dans l'espace projectif complexe à n dimensions le point $P_j[f_0^j(z), f_1^j(z), \ldots, f_n^j(z)]$; nous dirons que la suite des équations (A) « converge » uniformément dans D si, $\varepsilon > 0$ étant donné, on a $|P_jP_i| < \varepsilon$ pour $j, i > N(\varepsilon)$ où N est un entier fixe ne dépendant pas de z.

Lemme. — *Si la suite des équations*

$$F_j(u, z) = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots)$$

« converge » uniformément dans D, *la suite*

$$u_1(z),\quad u_2(z),\quad \ldots,\quad u_j(z),\quad \ldots,$$

formée par les algébroïdes que ces équations définissent, converge, aussi, uniformément dans D [*au sens ordinaire du mot* (¹)] *vers une fonction algébroide à n branches. Réciproquement, si la suite*

$$u_1(z),\quad u_2(z),\quad \ldots,\quad u_j(z),\quad \ldots$$

converge uniformément dans D, *la suite correspondante*

$$F_1(u, z) = 0,\qquad \ldots\qquad F_j(u, z) = 0,\qquad \ldots$$

« converge », aussi, uniformément dans D.

La démonstration de ce lemme est extrêmement simple.

3. On dit, suivant M. P. Montel, qu'une famille (u) de fonctions algébroïdes à n branches définies dans un domaine D est normale dans ce domaine si, de toute suite infinie de fonctions de la famille, on peut extraire une suite partielle convergeant uniformément dans l'intérieur de D.

Le lemme précédent nous permet de donner une autre définition (équiva-

---

(¹) Une première définition de la convergence d'une suite de fonctions algébroïdes a été donnée par G. Remoundos (*Acta mathematica*, 37, 1914, p. 241-300); elle a été depuis précisée.

lente) : Soit $[F(u, z) = 0]$, la famille des équations définissant les fonctions de la famille (u); la famille (u) est dite normale si, de toute suite infinie d'équations de la famille $[F(u, z) = 0]$, on peut extraire une suite partielle « convergeant » uniformément dans l'intérieur de D.

Théorème (critère de normalité). — *Les fonctions algébroïdes à n branches, définies dans un domaine* D, *qui ne prennent jamais, au même point z, aucune des valeurs d'une fonction algébrique donnée ayant au moins* $2n+1$ *branches distinctes, forment une famille normale.*

Ce théorème a été pressenti par M. Montel et, pour $n=1$, nous retrouvons un de ses théorèmes : les fonctions méromorphes, définies dans un domaine D, qui ne sont jamais égales à une fonction algébrique admettant au moins trois déterminations, forment une famille normale [2]. En supposant que $2n+1$ des branches de la fonction algébrique soient des constantes distinctes, on obtient ce théorème de M. J. Dufresnoy : les algébroïdes à n branches, définies dans un domaine D et y présentant $2n+1$ mêmes valeurs exceptionnelles, constituent une famille normale dans ce domaine [3].

4. Il est connu qu'à tout critère de famille normale de fonctions analytiques correspond un groupe de théorèmes formant ce qu'on appelle un « cycle » et comportant, en particulier, des généralisations des théorèmes de Landau et de Schottky; on peut facilement donner, dans le cas présent, une extension du théorème de Schottky, mais l'extension du théorème de Landau exige une étude préalable des fonctions algébriques exceptionnelles pour une algébrique donnée. Nous reviendrons sur cette question.

TOPOLOGIE. — *Espaces majorés.*

Note de M. **Antoine Appert**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Nous introduisons le concept d'un espace généralisant à la fois les divers espaces à écart abstrait [2] et les divers espaces uniformes [1], [4].

Ce concept aura, comme celui d'écart abstrait, l'avantage de ne pas faire appel à la notion de produit combinatoire de l'espace P par lui-même, et de permettre des modes de raisonnement analogues à ceux employés dans les espaces distanciés. D'autre part les définitions que nous allons introduire seront aussi simples que celles concernant l'écart abstrait [2].

Nous adoptons la terminologie de plusieurs Notes précédentes [1], [2], [3], [4]

---

(2) *J. Math. pures et appliquées*, **20**, 1941, p. 305-324.
(3) *Ann. Sc. Éc. Norm. Sup.*, **61**, 1944, p. 1-44.

(1) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 986.
(2) *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 442.
(3) *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 865.
(4) *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 753; voir *Errata*, p. 1355 pour les *tableaux* **1**, **3**, **5** et **6**.

où sont étudiées les notions de topologie généralisée $\mathfrak{T}$ et de famille uniformisante généralisée $\mathfrak{U}$. Dans ce qui suit l'introduction de la famille $\mathfrak{U}$ et donc de m_0, autrement dit la considération du produit combinatoire $P \times P$, n'a rien d'essentiel, et n'est faite que pour les comparaisons avec des espaces antérieurement définis (*loc. cit.*).

Soit P un espace, c'est-à-dire un ensemble d'éléments appelés points. Supposons que l'on ait associé à P un certain ensemble M_P (*qui n'a nullement besoin d'être partiellement ordonné*), et que l'on ait défini une relation $(a, b) \prec \lambda$, que nous écrirons aussi $(a, b)\,\mathfrak{M}\,\lambda$, où (a, b) est *majoré par* λ, ou λ *majore* (a, b), relation qui a lieu ou non pour tout couple ordonné (a, b) de points $a \in P$ et $b \in P$ et pour tout élément $\lambda \in M_P$. Alors nous disons que l'on a défini une *majoration généralisée* $\mathfrak{M}$ *dans* P; l'ensemble M_P se nommera *échelle majorante dans* P.

Nous appelons *espace* $(P, \mathfrak{M})$ tout espace P auquel on associe une majoration généralisée $\mathfrak{M}$ dans P. Les termes d'*espace* $(P, \mathfrak{T}, \mathfrak{M})$, d'espace $(P, \mathfrak{T}, \mathfrak{U}, \mathfrak{M})$, ..., s'entendent d'eux-mêmes. Nous envisageons les axiomes suivants :

m_0. *$\mathfrak{U}$ est la famille de tous les sous-ensembles de* $P \times P$ *dont chacun contient au moins un ensemble de la forme* $W_\lambda =$ *ensemble des couples* (a, b) *tels que* $a \in P$, $b \in P$, $(a, b) \prec \lambda$, *avec* $\lambda \in M_P$.

m_1. *Pour tout point* $a \in P$ *et pour tout ensemble* $E \subset P$, *on a* $[a\,\mathfrak{T}\,E] \rightleftharpoons$ [*pour tout* $\lambda \in M_P$, *il existe* $b \in E$ *tel que* $(a, b) \prec \lambda$].

m_2^*. *On a* $M_P \neq 0$.

m_2^{**}. *Pour tous* $\lambda \in M_P$ *et* $\mu \in M_P$, *il existe* $\nu \in M_P$ *tel que, pour tous points* $a \in P$ *et* $b \in P$, *on ait* $[(a, b) \prec \nu] \to [(a, b) \prec \lambda \,\&\, (a, b) \prec \mu]$.

m_3^*. *Pour tous points* $a \in P$ *et* $b \in P$, *on a* $[a = b] \to$ [*pour tout* $\lambda \in M_P$, *on a* $(a, b) \prec \lambda$].

m_3^{**}. *Pour tous points* $a \in P$ *et* $b \in P$, *on a* [*pour tout* $\lambda \in M_P$, *on a* $(a, b) \prec \lambda] \to [a = b]$.

m_4. *Pour tout* $\lambda \in M_P$, *il existe* $\mu \in M_P$ *tel que pour tous points* $a \in P$ *et* $b \in P$ *on ait* $[(a, b) \prec \mu] \to [(b, a) \prec \lambda]$.

m_5^*. *Pour tout* $\lambda \in M_P$, *il existe* $\mu \in M_P$ *et* $\nu \in M_P$ *tels que pour tous points* $a \in P$, $b \in P$ *et* $c \in P$ *on ait* $[(a, c) \prec \mu \,\&\, (c, b) \prec \nu] \to [(a, b) \prec \lambda]$.

m_5. *Pour tout* $\lambda \in M_P$, *il existe* $\mu \in M_P$ *tel que pour tous points* $a \in P$, $b \in P$ *et* $c \in P$ *on ait* $[(a, c) \prec \mu \,\&\, (c, b) \prec \mu] \to [(a, b) \prec \lambda]$.

Nous appelons *espace majoré généralisé* tout espace $(P, \mathfrak{T}, \mathfrak{U}, \mathfrak{M})$ vérifiant les *axiomes de compatibilité* m_0 et m_1. Un tel espace est univoquement déterminé par la donnée tout à fait arbitraire de P et de $\mathfrak{M}$ (alors m_0 et m_1 peuvent être considérés comme les définitions de $\mathfrak{U}$ et de $\mathfrak{T}$).

Nous appelons *espace majoré* tout espace majoré généralisé vérifiant m_2^*, m_2^{**}, m_3^*, m_3^{**}, m_4 et m_5^*. Un tel espace vérifie nécessairement m_5, car on a toujours : $[m_2^{**} \,\&\, m_5^*] \to m_5 \to m_5^*$. Nous avons établi les théorèmes suivants :

1. *Tout espace majoré généralisé vérifie* u_1 *et* u_2^{***} *et est donc un espace uniforme généralisé* ([1]). *Réciproquement tout espace uniforme généralisé est topologiquement et uniformément identique à au moins un espace majoré généralisé* (que l'on obtient en posant $M_p = \mathfrak{U}$, et que le signe $\prec$ signifie $\in$).

2. *Tout espace majoré est un espace uniforme de* [*A. Weil* ([1])] *et est donc complètement régulier. Réciproquement tout espace uniforme est topologiquement et uniformément identique à au moins un espace majoré* (que l'on obtient comme dans le théorème 1). *Par conséquent tout espace complètement régulier est topologiquement identique à au moins un espace majoré.*

En n'imposant à un espace majoré généralisé qu'une partie des axiomes m, on obtient une gamme d'espaces intermédiaires entre les espaces majorés généralisés et les espaces majorés. Ces espaces intermédiaires correspondent biunivoquement et *sont même topologiquement et uniformément identiques* aux divers espaces uniformes généralisés définis dans notre Note ([1]). Ce résultat s'obtient en utilisant *le tableau 7 suivant qui est valable dans tout espace* (P, $\mathfrak{U}$, $\mathfrak{M}$) *vérifiant* m_0, *et par conséquent dans tout espace majoré généralisé :*

Tableau 7.

m_0, u_2^{***} sont vérifiés; $m_2^{*} \rightleftarrows u_2^{****} \rightleftarrows u_2^{*}$; $m_2^{**} \rightleftarrows u_2^{**}$;
$m_3^{*} \rightleftarrows u_3^{*}$; $m_3^{**} \rightleftarrows u_3^{**}$; $m_4 \rightleftarrows u_4$; $m_5^{*} \rightleftarrows u_5^{*}$.

Dans tout espace (P, $\mathfrak{T}$, $\mathfrak{M}$) *vérifiant* m_1, *et donc dans tout espace majoré généralisé, le tableau 8 suivant est valable :*

Tableau 8.

m_1, III sont vérifiés; $m_2^{*} \rightleftarrows \mathrm{II}$; $m_2^{**} \rightarrow \mathrm{D}$; $m_3^{*} \rightleftarrows \mathrm{I}$;
$m_3^{**} \rightleftarrows \mathrm{T}_1$; $m_5^{*} \not\rightarrow \mathrm{T}$; $[m_3^{*} \,\&\, m_5^{*}] \rightarrow \mathrm{C}^{**}$; $[m_3^{*} \,\&\, m_4 \,\&\, m_5^{*}] \rightarrow \mathrm{C}^{*}$.

Les divers espaces écartés (généralisés) ([2]) deviennent des *cas particuliers* des divers espaces majorés (généralisés) en posant $M_p = s_p$ et que $(a, b) \prec \lambda$ signifie $\delta(a, b) < \lambda$.

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *Sur la dérivation variationnelle des équations générales décrivant les corpuscules de spin quelconque à masses multiples.* Note de M. **Robert Potier**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans nos Notes précédentes ([1]), ([2]), ([3]) dont nous conserverons les notations, nous avons défini les équations d'onde les plus générales, décrivant les

---

([1]) *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 638.

([2]) *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 855, et p. 1076.

([3]) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1146, et 228, 1949, p. 656.

corpuscules à masses multiples et introduit les formes de vecteur-courant permettant de construire le formalisme quantique qui leur est associé. L'objet de la présente Note est de montrer que ces équations et ce formalisme peuvent se déduire d'un principe variationnel.

Soit donc

$$(1)\qquad \mathcal{L}(\Psi, \Phi) = \sum_{p,q,k,h} (-1)^{k+h} C_p^k C_q^h \left[\Psi^{p,q}_{k,h}\Phi^{p,q}_{p-k,\,q-h} + \varepsilon \Psi^{q,p}_{h,k}\Phi^{q,p}_{q-h,\,p-k}\right],$$

$$0 \leq h \leq p, \qquad 0 \leq h \leq q, \qquad \varepsilon = \pm 1, \qquad C_a^b = \frac{a!}{b!\,(a-b)!};$$

p et q sont des nombres entiers positifs ou nuls qui sont assujettis à $p \geq q$;

ε doit être pris égal à $+1$ si l'on envisage une théorie des corpuscules à spin entier ($p+q$ pair) et à -1 s'il s'agit de corpuscules à spin $1/2$ entier ($p+q$ impair).

Dans ces conditions $\mathcal{L}(\Psi, \Phi)$ est invariant relativiste. Soient $\psi^{(p,q)}$ les fonctions d'onde du corpuscule. On pose

$$(2)\quad \Psi = \alpha(p,q)\psi^{p,q} + \alpha(p-1,q-1;p,q)\partial^{++}\psi^{p-1,q-1} + \alpha(p+1,q+1;p,q)\partial^{--}\psi^{p+1,q+1}$$
$$+ \alpha(p+1,q-1;p,q)\partial^{+-}\psi^{p+1,q-1} + \alpha(p-1,q+1;p,q)\partial^{-+}\psi^{p-1,q+1}.$$

On définit Φ à partir de fonctions φ par des formules analogues à (2), où les α sont remplacés par des α' et les ψ par des φ. Les α et α' sont des nombres complexes quelconques. Les φ se définissent à partir des ψ selon

$$(3)\qquad \varphi^{pq}_{rs} = \psi^{*pq}_{sr}; \qquad \varphi^{qp}_{rs} = \psi^{*pq}_{sr}.$$

Si on lie les α et α' par les relations :

$$(4)\qquad \begin{cases} \alpha'(p,\ q;\ p+1,\ q+1) = \alpha^*(p,\ q;\ p+1,\ q+1) \\ \alpha'(p+1,\ q+1;\ p,\ q) = \alpha^*(p+1,\ q+1;\ p,\ q) \\ \alpha'(p,\ q;\ p+1;\ q-1) = -\alpha^*(p,\ q;\ p+1,\ q-1) \\ \alpha'(p+1,\ q-1;\ p,\ q) = -\alpha^*(p+1,\ q-1,\ p,\ q) \end{cases}$$

l'expression

$$(5)\qquad \mathcal{L}(\Psi, \varphi) + \mathcal{L}(\psi, \Phi) = \mathcal{L}$$

est réelle, quelles que soient les ψ. Elle peut donc convenir comme lagrangien.

La condition habituelle

$$(6)\qquad \delta \int \mathcal{L}\, dx\, dy\, dz\, dt = 0$$

pour toute variation convenable des ψ et des φ s'exprime par les équations d'onde

$$(7)\qquad [\alpha(p,q) + \alpha^*(p,q)]\psi^{p,q}$$
$$+ [\alpha(p-1,q-1;p,q) - \alpha^*(p,q;p-1,q-1)]\partial^{++}\psi^{p-1,q-1}$$
$$+ [\alpha(p+1,q+1;p,q) - \alpha^*(p,q;p+1,q+1)]\partial^{--}\psi^{p+1,q+1}$$
$$+ [\alpha^*(p+1,q-1;p,q) + \alpha(p,q;p+1,q-1)]\partial^{-+}\psi^{p+1,q-1}$$
$$+ [\alpha(p-1,q+1;p,q) + \alpha^*(p,q;p-1,q+1)]\partial^{+-}\psi^{p-1,q+1} = 0.$$

On peut constater que les coefficients des équations (7) sont insensibles à certaines modifications des coefficients α. Cela conduit à poser

$$(8)\quad \begin{cases} a(p, q) = \alpha(p+1, q+1; p, q) - \alpha^*(p, q; p+1, q+1), \\ b(p, q) = \alpha(p+1, q-1; p, q) + \alpha^*(p, q; p+1, q-1), \\ c(p, q) = \alpha(p, q) + \alpha^*(p, q). \end{cases}$$

Les a, b, c, ainsi introduits, sont les coefficients des équations (7). Le lagrangien défini par équations (1), (2), (3), (4) et (5) est le plus général qui puisse être écrit, compte tenu des conditions de linéarité de la théorie et d'invariance relativiste. Il représente à la fois les corpuscules de spin entier et de spin 1/2 entier.

Si l'on veut introduire l'interaction avec le champ électromagnétique, il suffit, dans les équations (2) d'ajouter au quadrivecteur $\partial(\partial x \, \partial y \, \partial z \, \partial t)$ le quadrivecteur ieU (U, ensemble du potentiel scalaire et du potentiel vecteur). Si l'on veut obtenir des passages des états de spin demi entier aux états de spin entier, il faut ajouter un terme d'interaction avec le champ de neutrinos. Ce terme est l'invariant relativiste obtenu par produit du spineur représentant les neutrinos avec les $\psi^{(p,q)}$ et les $\varphi^{(p'q')}$, p, q, p', q' étant convenablement choisis ([4]). On doit avoir

$$p' = p + \varepsilon_1, \qquad q' = q + \varepsilon_2,$$

avec

$$\varepsilon_1 = 0 \quad \text{ou} \quad \pm 1, \qquad \varepsilon_2 = \mp 1 \quad \text{ou} \quad 0, \qquad \varepsilon_1 \varepsilon_2 = 0.$$

Il convient de remarquer que, si l'on désire construire une théorie où n'intervienne qu'un nombre fini de fonctions d'onde, les coefficients α différant de 0 doivent être en nombre fini.

Dans le cas général, il y aura un nombre infini de fonctions d'onde, et un nombre infini d'équations.

PYROTECHNIE. — *Diminution des effets des charges creuses en rotation rapide, et remarque sur une Note de MM. H. Muraour et J. Fauveau* ([1]). Note (*) de MM. **James Basset** et **Jacques Basset**, transmise par M. Maurice de Broglie.

La disparition des effets des charges creuses en rotation s'explique par la création d'un mouvement tourbillonnaire à très grande vitesse du projectile axial qu'elles émettent. Cette cause, qui peut être la plus importante, s'ajoute à la diminution probable de la brisance de l'explosif sous l'effet de la pression développée dans sa masse par la force centrifuge.

Dans une Note précédente ([2]) nous avons signalé une cause qui nous

---

([4]) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 651.

(*) Séance du 16 avril 1951.

([1]) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 942.

([2]) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1440.

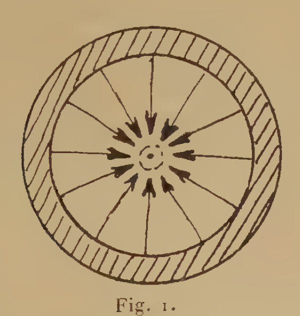
semblait pouvoir expliquer partiellement la disparition des effets des charges creuses mises en rotation rapide.

Cette disparition est attribuée également à l'action de la force centrifuge sur les émissions de la charge.

Or, si l'on calcule l'effet de la force centrifuge qui s'exerce pendant un temps très court sur le projectile axial de très petit diamètre émis par une charge creuse, le phénomène semble surprenant eu égard à la petitesse de cet effet.

La raison que nous exposons ici nous paraît expliquer ce phénomène, et montre qu'en effet, une partie, peut-être la plus importante, de la diminution des effets d'une charge creuse en rotation rapide, peut être attribuée à l'action de la force centrifuge; mais cela, parce que le projectile axial émis par une charge tournante, peut prendre un mouvement tourbillonnaire très rapide, sa vitesse de rotation pouvant atteindre une valeur considérable sans aucun rapport avec la vitesse de rotation de la charge elle-même.

Considérons une section transversale de charge creuse détonant (*fig.* 1), la charge étant immobile. Les émissions intérieures énergétiques et matérielles sont dirigées radialement vers le centre de figure de la section avec une inclinaison dépendant de l'angle du cône de la charge. Si tout est parfaitement symétrique, il y aura au centre du cercle une résultante de toutes ces émissions perpendiculaire au plan de figure, mais aucun couple ne sollicitera ce centre à tourner dans un sens ou dans l'autre.


Fig. 1.

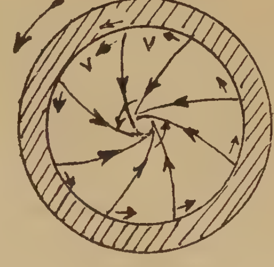


Fig. 2.

Considérons cette même section animée d'un mouvement de rotation rapide, 500 tours par seconde par exemple (*fig.* 2).

Les émissions en direction du centre sont alors animées d'une vitesse tangentielle V, leurs trajectoires ne sont plus dirigées vers le centre de figure, mais légèrement déviées par rapport à ce centre, et cela de la même façon pour toutes les émissions. La résultante de toutes ces actions comporte une composante dans le sens de l'axe de la charge, et un couple tendant à imprimer au noyau central un mouvement tourbillonnaire de même sens que la rotation de la charge.

En raison de la faible masse du noyau et de l'importance des forces qui le sollicitent, sa vitesse de rotation peut atteindre des valeurs considérables à la

sortie de la charge tournante, n'ayant aucun rapport avec la vitesse de rotation propre de la charge.

A vitesses de rotation et diamètres égaux, l'effet sera d'autant plus marqué que la charge creuse sera plus allongée, il sera minimum pour une charge creuse sphérique.

Un tourbillonnement désordonné du noyau peut être également provoqué par une dissymétrie de la charge ou une hétérogénéité de l'explosif et expliquer les dispersions et anomalies de malformation du noyau constatées dans l'emploi statique des charges.

Dans notre Note précédente sur le même sujet nous avons implicitement supposé que le phénomène de la diminution de brisance existait également pour les explosifs secondaires amorcés sous pression.

Dans une Note récente MM. H. Muraour et J. Fauveau ([1]) ont très justement fait remarquer que ceci n'était pas établi et que la vérification expérimentale restait à faire. Par contre ces auteurs réfutent l'explication proposée par deux arguments qui ne semblent pas probants :

1° Si le phénomène subsiste pour les explosifs secondaires, il n'est pas sous la dépendance de la densité de l'explosif; nous supposons que sa densité reste sensiblement la même au repos ou dans le projectile en mouvement. Ceci étant pratiquement réalisé, étant donné les méthodes de chargement ou de confection des charges creuses ou non.

2° Les pressions développées dans un projectile par la force centrifuge dans la masse de l'explosif en rotation, ne sont pas telles qu'elles puissent détruire complètement sa brisance. Nos travaux en collaboration avec H. Muraour ([3]) montrent que même pour l'azoture de plomb une pression ambiante de plusieurs milliers de kilogrammes par centimètre carré laisse encore subsister une partie de la brisance. *A fortiori* des pressions décroissantes de la périphérie vers le centre et atteignant au maximum 100 ou 200 kg : cm² ne peuvent avoir pour résultat que de diminuer la brisance dans une certaine proportion (20 % par exemple) sans empêcher le projectile de détoner sur sa trajectoire.

Nous avons toujours supposé que l'action de la pression ambiante sur un explosif influe sur sa vitesse de détonation, cette action s'ajoutant à celle de la contre-pression exercée par le milieu sur la détente des gaz.

Or la vitesse de détonation est un des plus importants éléments du fonctionnement des charges creuses.

C'est la sommation des deux actions que nous exposons qui nous semble devoir expliquer principalement les phénomènes constatés. Les hypothèses formulées devant servir de base à des vérifications expérimentales que nous nous proposons d'effectuer.

([3]) *Chimie et Industrie*, 45, n° 3 *bis*, 1941, p. 218; *Ve Congrès de Chimie industrielle* et *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 809.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'Analyseur de Paul Langevin pour l'étude des mobilités des ions gazeux.* Note de Mme **Eliane Montel** et M. **Ouang Te-Tchao**, présentée par M. Frédéric Joliot.

La présente Note donne les premiers résultats expérimentaux obtenus avec l'Analyseur de mobilités conçu par Paul Langevin et dont le principe, exposé et discuté en détail dans son dernier Mémoire, a fait l'objet d'une publication posthume (1).

Ce principe utilise, sous une forme nouvelle et particulièrement élégante, la méthode classique des courants gazeux : soient deux cylindres fixes concentriques de rayons respectifs a et c, portant, l'un, une fente fine F derrière laquelle des ions sont produits par un procédé quelconque (rayons α p. ex.), l'autre, une électrode collectrice étroite E, de même hauteur que F; entre eux, un manchon cylindrique mince, de rayon b, percé de fentes horizontales qui permettent le passage d'une partie des ions captés par un champ électrique au niveau de la fente, est maintenu en rotation uniforme de faible vitesse angulaire ω autour de l'axe vertical de l'appareil : la vitesse de circulation laminaire ainsi communiquée au gaz et entraînant les ions, est maximum au contact du manchon et décroît de part et d'autre de celui-ci pour s'annuler sur la surface des cylindres fixes. Si l'on réalise la condition $c/b = b/a = \alpha$ et que l'on partage en deux fractions égales par le manchon la différence de potentiel U établie entre les cylindres extrêmes, le champ radial auquel sont soumis les ions est continu dans tout l'espace où ils se meuvent. Le calcul montre que, si le régime de circulation du gaz est bien laminaire, la déviation en azimut, θ, qui en résulte pour un ion dans sa trajectoire entre F et E, a pour expression

$$\theta = \frac{2\omega b^2}{k\mathrm{U}}(\mathrm{L}\alpha)^2,$$

où k est la mobilité des ions considérés. La mesure de k se déduit donc de celle de l'une des variables θ, U et ω, les deux autres étant fixées : chaque catégorie d'ions doit donner lieu, pour une valeur déterminée de la variable, à un maximum de courant d'autant plus aigu que la sensibilité du procédé de mesure est plus grande; le pouvoir séparateur de l'appareil dépend essentiellement de cette sensibilité, à laquelle est directement liée la finesse de la fente-source.

Dans la construction de l'appareil, on a respecté strictement les dimensions indiquées par l'auteur et les conditions essentielles de fonctionnement; toutefois, pour des raisons d'ordre pratique, on a apporté quelques modifications de détail : le manchon, au lieu de pivoter sur la base, repose sur une bille portée par l'axe en son sommet, et l'entraînement se fait, non par un champ

(1) P. Langevin, *Journ. Phys.*, 8e série, **10**, nos 6, 7, 8, 9, 10, 1949.

tournant, mais au moyen d'un moteur à régulateur de vitesse; pour éviter l'emploi d'une source de polonium très intense, on a ajouté un cylindre intérieur coaxial permettant, grâce à un champ supplémentaire, de diriger les ions vers la fente.

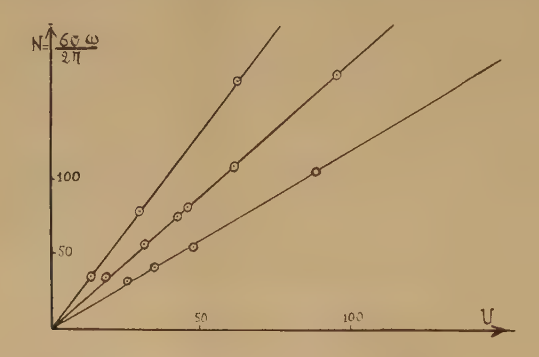
Les deux cylindres portant F et E sont mobiles l'un par rapport à l'autre de manière qu'on puisse faire varier l'azimut de E à partir de celui de F. Le courant recueilli est mesuré par un électromètre Compton.

Les premières observations ont montré :

1° que le courant recueilli lorsque l'azimut de E coïncide avec celui de F s'annule dès que le tambour est mis en rotation;

2° que pour une valeur donnée de ω, on retrouve bien un courant maximum lorsqu'on place l'électrode dans un azimut correspondant aux prévisions de la théorie d'après la formule (1).

Le principe de la mesure reposant sur la condition fondamentale de l'existence, dans la circulation du gaz, d'un régime rigoureusement laminaire, il est essentiel de vérifier tout d'abord que cette condition est bien réalisée : la théorie prévoit que dans l'air, et avec les données géométriques adoptées, le régime doit être stable si la vitesse angulaire ne dépasse pas 3 t : sec environ.



On donnera ici le résultat des observations effectuées en faisant varier la vitesse ω et la différence de potentiel U, l'angle θ étant maintenu constant. Pour chaque valeur de ω l'étude de la variation du courant en fonction de la différence de potentiel appliquée a permis de déterminer la valeur U_0 pour laquelle le courant est maximum. Les valeurs correspondantes de U_0 et de la quantité $N = (60/2\pi)\omega$ sont données dans le tableau suivant :

	θ = 25°,5				θ = 38°,7						θ = 58°		
N(t : mn)...	31	40	54	104	34	56	75	80	108	170	34	78	165
U_0(V)......	27	34	47	87,5	18	31	42	45	60,5	95	13	29,5	62

En portant en abscisses la différence de potentiel U_0 et en ordonnées le nombre de tours par minute, on obtient, pour chacun des angles indiqués, une courbe rectiligne passant par l'origine.

Ce résultat montre que le rapport ω/U_0 est bien une constante dans le domaine des vitesses angulaires utilisées, c'est-à-dire que le régime laminaire de circulation est bien stable dans les conditions prévues par la théorie : on peut donc appliquer la formule (1) à l'analyse des mobilités des ions produits dans un gaz par un rayonnement, analyse qui, en raison du grand pouvoir séparateur de l'appareil, doit permettre de résoudre la question encore controversée de l'unicité des formes stables pour les ions d'un même signe.

MAGNÉTISME. — *Sur le ferromagnétisme de l'alliage* $FeBe_2$. Note de MM. **André J.-P. Meyer** et **Pierre Taglang**, présentée par M. Gustave Ribaud.

L. Misch [1] a étudié la structure de l'alliage $FeBe_2$ et signalé son ferromagnétisme. Cette propriété paraissant surprenante à première vue à cause de la forte concentration électronique due au beryllium, nous avons étudié ce composé.

$FeBe_2$ cristallise suivant sa composition stœchiométrique en une phase de Laves dans le réseau du type C14 d'Ewald de symétrie hexagonale. Les atomes de fer et de beryllium s'y trouvent sous forme de deux réseaux imbriqués l'un dans l'autre. Celui des atomes de fer est caractérisé par un nombre de coordination égal à 4 : chaque atome de fer y possède 1 voisin dans la direction de l'axe sénaire à 2,56 Å et 3 dans un plan perpendiculaire à cet axe à 2,58 Å. Les atomes de beryllium forment un réseau où un atome de beryllium possède six voisins de même espèce à 2,20 Å.

L'alliage étudié a été préparé à partir de fer du carbonyle et de beryllium cristallisé pur réduit. La fusion a été faite au four à haute fréquence sous vide poussé. La composition de l'alliage obtenu, vérifiée par analyse chimique, est correcte à 0,2 % près.

L'échantillon étudié ne présente qu'une seule phase et est ferromagnétique. Son point de Curie se situe à 643° C. L'analyse thermomagnétique a en outre révélé l'existence d'une température d'isotropie magnétique à 468° C. Comme L. Misch avait constaté sur des monocristaux l'existence d'une direction de facile aimantation située à température ambiante dans un plan perpendiculaire à l'axe sénaire, nous en concluons qu'aux températures supérieures à 468° C, l'axe sénaire devient à son tour direction de facile aimantation. Le moment à saturation ($T = 0°$ K, $H = \infty$) de l'alliage a été mesuré par la méthode d'extraction antérieurement décrite [2]. L'aimantation à saturation par molécule de $FeBe_2$ est $\sigma_{0,\infty} = 169,3$ C. G. S., ce qui correspond à un moment $M_{mol} = 2,24\,\mu_B$. Comme tous les ferro-

(1) *Zeitschr. für. Phys. Chemie*, B, 29, 1935, p. 42.

(2) P. Taglang, *Thèse*, Strasbourg, 1950.

magnétiques à structure hexagonale, $FeBe_2$ présente une grande dureté magnétique caractérisée par un coefficient de dureté $a = 415$. Au-dessus de son point de Curie l'alliage présente un paramagnétisme normal; le point de Curie paramagnétique se situe à 666° C, la constante de Curie moléculaire est $C_{mol} = 0,660$.

Le moment magnétique observé par molécule de $FeBe_2$ ne peut être attribué qu'au seul atome de fer dont le moment atomique est donc $M_{at} = 2,24\,\mu_B$. Ce moment peut être comparé à celui d'un atome de fer dans $Fe(\alpha)$ et $Fe_4N(\gamma')$, moment qui est de $2,20\,\mu_B$. On constate donc que malgré la grande différence de ces trois réseaux à 12, 8 et 4 voisins magnétiques directs la configuration électronique du fer reste sensiblement la même.

De plus on remarque que dans $FeBe_2$ l'atome de fer garde son moment habituel malgré la présence d'un grand excès d'électrons *s* fournis par le beryllium; on peut donc en conclure que dans cet alliage les deux sous-réseaux en présence gardent une autonomie électronique complète.

Les distances entre atomes de fer dans cet alliage sont d'autre part particulièrement courtes pour l'apparition du ferromagnétisme. Suivant Laves cependant les orbites des atomes subiraient dans ce type de réseau une contraction importante (jusqu'à 15 %), si bien que les distances entre couches magnétiques pourraient se situer dans leurs limites normales. Le ferromagnétisme de $FeBe_2$ pourrait donc être considéré comme argument supplémentaire en faveur d'une hypothèse de contraction orbitale dans ce type d'alliage.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur les ouvertures diffringentes dans les guides électriques.* Note de M. **Maurice Jessel**, présentée par M. Louis de Broglie.

Étude systématique de l'onde diffractée à l'intérieur du guide d'après le schéma du quadripole.

On possède sur la question plusieurs travaux importants [1], [2], [3] et [4], mais seules les théories du trou circulaire et de la fente rectiligne étroite de longueur voisine de $\lambda/2$ (fente résonnante) sont utilisables en pratique.

Nous avons étudié systématiquement plusieurs familles de fentes rectilignes et polygonales ouvertes, situées dans le grand côté d'un guide rectangulaire.

---

(1) Stevenson, *Journal of Applied Physics*, 19, n° 1, 1948, p. 24-38.
(2) Bethe, *Physical Review*, (2), 66, 1944, p. 163-182.
(3) Feld, *Journal de Physique Technique U. R. S. S.*, 17, n° 9, 1947, p. 1051-1065.
(4) Lévin, *Isvestia Acad. des Sciences U. R. S. S.*, 12, n° 3, 1948, p. 311-321.

A une fréquence telle qu'un seul mode de propagation soit possible à l'intérieur du guide, on peut assimiler le tronçon contenant l'ouverture à un quadripole (Q). Nous faisons également au départ l'hypothèse d'un conducteur parfait. Nous considérons un guide infini dans les deux sens, suivant l'axe $z'oz$, qui sera aussi l'axe de symétrie du côté large du guide. La source est à $z = -\infty$. Le plan $z = z_0$ qui contiendra un point remarquable de l'ouverture (centre, milieu ou sommet) sera pris comme plan de référence du quadripole, et l'intervalle $(z_0 - \zeta_1, z_0 + \zeta_2)$ constituera un tronçon de garde hors duquel les ondes guidées de modes supérieurs au fondamental auront été complètement amorties.

Nous appellerons espace I et noterons (EI) la partie du guide où $z < z_0 - \zeta_1$ et espace II (EII), la partie où $z > z_0 + \zeta_2$.

L'amplitude d'une onde progressive guidée sera définie par l'amplitude A de sa fonction génératrice ([5]), et sera notée : onde (A).

Considérons une onde (A_1^+) située dans EI et progressant dans le sens positif. En tombant sur (Q) elle se transforme en une onde réfléchie (B_1^-) et une onde transmise (C_2^+).

Nous noterons

$$(A_1^+) \rightarrow (B_1^-) + (C_2^+).$$

De même

$$(A_2^-) \rightarrow (B_2^+) + (C_1^-).$$

En superposant, nous trouvons dans (EI), $A_1^+ + B_1^- + C_1^-$ et dans (EII), $A_2^- + B_2^+ + C_2^+$.

Ce qu'on peut écrire en langage de matrices en vertu de la linéarité et omettant l'indice 1 ou 2.

$$(1)\qquad \begin{pmatrix} C^+ + B^+ \\ B^- + C^- \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tau_2 & \rho_2 \\ \rho_1 & \tau_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A^+ \\ A^- \end{pmatrix} \equiv M \begin{pmatrix} A^+ \\ A^- \end{pmatrix}$$

en posant

$$(2)\qquad \frac{B^-}{A^+} = \rho_1, \qquad \frac{B^+}{A^-} = \rho_2, \qquad \frac{C^+}{A^+} = \tau_2, \qquad \frac{C^-}{A^-} = \tau_1.$$

Les coefficients de réflection ρ_1, ρ_2 et de transmission τ_1, τ_2 sont, pour un (Q) donné, fonction seulement de la fréquence.

Propriétés de la matrice M.

1° M tend vers la matrice unité quand l'ouverture devient négligeable.

2° Par un principe de réciprocité déduit directement des équations de

---

([5]) Dite fonction U ou U' de Borgnis dans L. de Broglie, *Problèmes de propagations guidées des ondes électromagnétiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1941, p. 13.

([6]) Goudet, *Onde électrique*, 1950, p. 182.

Maxwell (6) on a

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau.$$

3° Il existe la relation

$$\rho_1 \rho_2 = (1 - \tau)^2, \tag{3}$$

c'est-à-dire M a la valeur propre 1.

L'origine de cette relation (3) se trouve dans les calculs généraux de diffraction. On peut écrire (7) ici :

$$\left\{\begin{array}{ll} B^- = E^+ \varepsilon_1, & B^- = E^- \varepsilon_2, \\ C^- - A^- = E^- \varepsilon_1, & C^+ - A^+ = E^+ \varepsilon_2; \end{array}\right. \tag{4}$$

où ε_1 et ε_2 sont les valeurs que prend une même expression (notée en abrégé ε) calculée dans (E I) et (E II) respectivement.

(3) résulte immédiatement de (4) et de (2) et doit être très générale. Voici parmi plusieurs, deux cas marquants où nous avons vérifié (3) avec une restriction toutefois.

Premier cas. — Fente rectiligne de longueur 1,65 cm ($\simeq \lambda/2$), située entièrement dans le plan $z = z_0$, son milieu au point $z = z_0$.

λ	3,115.	3,17.	3,215.	3,275.	3,323.	3,368.	3,414.	3,499.
$\lvert t \rvert_{calc}$ par (3)	0,77	0,71	0,67	0,64	0,65	0,68	0,72	0,77
$\lvert t \rvert_{mes}$	0,77	0,70	0,65	0,61	0,62	0,66	0,71	0,77
Écarts	0	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0

Deuxième cas. — Fente en forme de V d'ouverture $2\theta = 30°$, symétrique par rapport à oz, sommet en z_0 (fente V_{15}).

λ	3,123.	3,194.	3,267.	3,270.	3,369.	3,447.	3,513.
$\lvert t \rvert_{calc}$ par (3)	0,97	0,89	0,59	0,59	0,94	0,97	0,98
$\lvert t \rvert^{mes}$	0,92	0,82	0,54	0,53	0,90	0,92	0,91
Écarts	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,07

Les erreurs expérimentales sont de l'ordre de 0,01. Nous reviendrons sur la méthode de mesure de t.

Il paraît légitime d'attribuer l'écart observé à l'atténuation par effet Joule au voisinage des fentes, dans une région de champ intense et d'arêtes vives. Le fait pourra être confirmé par des calculs énergétiques. La relation (3) reste commode et satisfaisante, mais nécessitera parfois une correction tenant compte, sur les bords des fentes, de la conductivité finie du métal.

---

(7) STEVENSON (1), p. 25-27, où l'auteur calcule par la méthode de Green le champ créé dans un guide quelconque par un champ électrique tangentiel imposé (E) qui par la suite est créé par une onde (A).

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Recherche de coïncidences entre rayons β et γ dans le spectre de désintégration du bore* 12. Note de M. **Georges Vendryes**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Le spectre de rayons β du bore 12, tel qu'il a été obtenu par Hornyak et Lauritsen ([1]) présente, pour des énergies inférieures à 13 mC^2 environ, un excès de particules sur ce que prévoit la théorie de Fermi. Ces auteurs ont proposé de l'attribuer à une composante plus molle, superposée au spectre connu de 13,4 MeV d'énergie maximum et conduisant à un état excité du carbone 12. Nous avons recherché les coïncidences entre rayons β du spectre mou et rayons γ de désexcitation du carbone 12 et observé des coïncidences qui sont conformes à ce schéma.

Le bore 12, que nous formons en bombardant une cible épaisse de l'élément par des deutons de 600 kV, a une période radioactive de 0,025 s ([2]). Pour l'étudier, nous avons réalisé un bombardement intermittent de la cible, en agissant sur le faisceau d'ions au moyen d'un déflecteur électrostatique; les irradiations élémentaires durent chacune 1/100 de seconde; elles sont séparées par des intervalles de 1/100 de seconde également, réservés aux observations.

Les rayons β sont détectés par un compteur Geiger-Muller en forme de cloche, placé sous la cible; les rayons γ sont détectés par une couronne de 12 compteurs cylindriques montés en parallèle autour de la cible et entourés de cuivre pour augmenter leur efficacité. Les impulsions des compteurs sont envoyées dans un amplificateur de coïncidences dont le temps de résolution est de 5.10^{-7} s. Nous avons ramené au taux moyen de une pour quatre minutes les coïncidences dues à la radiation cosmique, par l'emploi d'une couronne de 28 compteurs montés en anticoïncidences. Nous avons notablement réduit l'effet du rayonnement de freinage des rayons β en entourant de graphite le compteur-cloche et en utilisant des écrans de graphite pour le tracé des courbes d'absorption. Des essais effectués en modifiant la position du compteur-cloche et en remplaçant par du plomb le cuivre entourant les compteurs de rayons γ nous ont montré que les coïncidences résiduelles imputables au rayonnement de freinage étaient au plus de l'ordre de une pour 10^4 rayons β comptés.

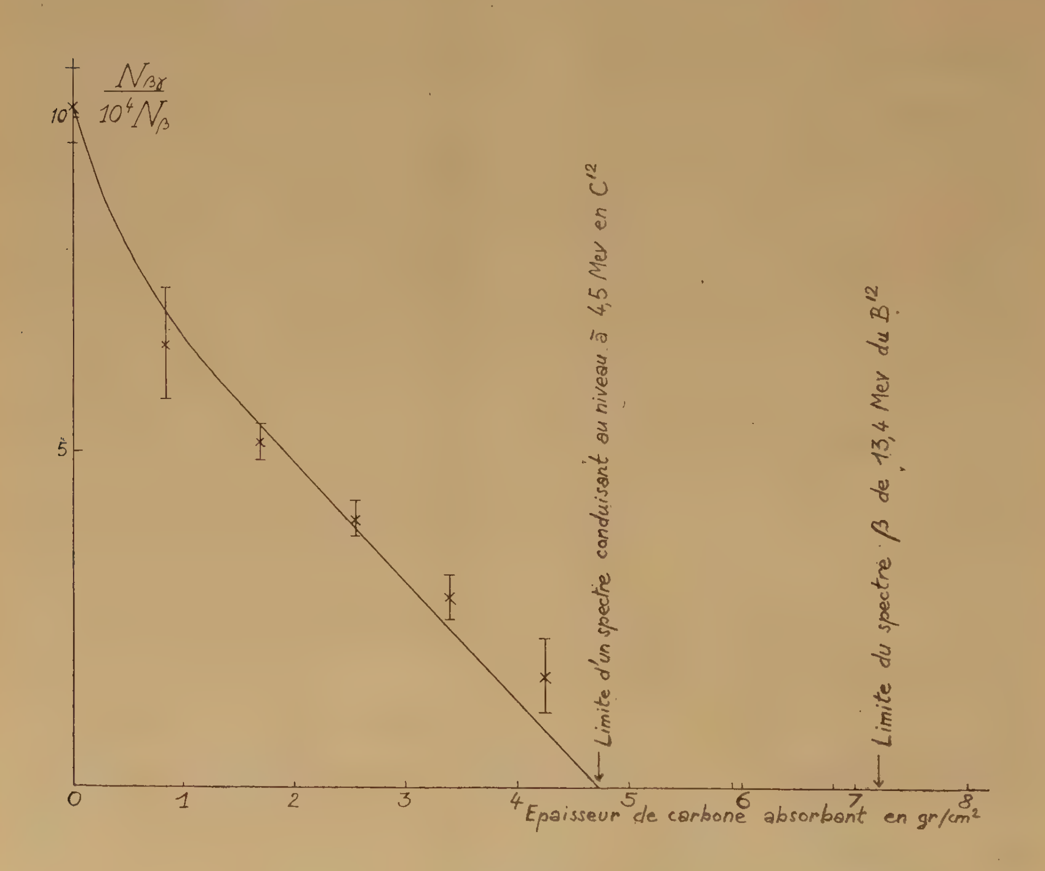
La courbe d'absorption des rayons β du bore 12, que nous avons tracée, présente une limite à $7.2 \pm 0,4$ g : cm^2 de carbone. La figure représente, en fonction de l'épaisseur de carbone placé devant la fenêtre du compteur-cloche,

---

([1]) *Phys. Rev.*, 77, 1950, p. 160.

([2]) Becker et Gaerttner, *Phys. Rev.*, 56, 1939, p. 854; Jelley et Paul, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, 44, 1948, p. 133.

le nombre des coïncidences enregistrées rapporté au nombre de rayons β simultanément comptés. Déduction a été faite des coïncidences parasites, en y comprenant les coïncidences fortuites et celles, attribuables aux radioactivités à plus longue période, qui apparaissent lentement au cours du bombardement. Nous avons tenu compte de ces dernières en encadrant toutes nos mesures d'observations faites en interrompant de façon permanente l'irradiation de la cible, tout en laissant le générateur de deutons fonctionner dans les mêmes conditions. L'ensemble des coïncidences parasites représente, pour zéro absorbant, 10 % du nombre total des coïncidences et 50 % pour 3 g : cm² de carbone absorbant.



La courbe issue des mesures faites (*figure*) s'accorde avec l'existence, dans le spectre des rayons β du bore 12, d'une composante plus molle, conduisant à un niveau excité du carbone 12 émetteur de rayons γ. Les erreurs statistiques de comptage, importantes lorsque le nombre de coïncidences devient faible, ne permettent pas de fixer avec précision la limite de cette composante. D'après nos connaissances sur les états excités du noyau du carbone 12, il semble cependant que la transition de moindre énergie s'achève sur le niveau connu dans ce noyau à 4,5 MeV du fondamental.

Nous estimons à 5 % le pourcentage des désintégrations du bore 12 accompagnées de rayons γ; nous essayerons ultérieurement de préciser ce chiffre qui constitue une valeur préliminaire.

RÉSONANCE NUCLÉAIRE. — *Mesure du temps de relaxation* T_2 *en présence d'une inhomogénéité de champ magnétique supérieure à la largeur de raie.* Note (*) de M. **Robert Gabillard**, présentée par M. Jean Cabannes.

Théorie du rôle de l'inhomogénéité du champ magnétique sur la forme des signaux de résonance nucléaire. On en tire deux procédés nouveaux de mesure du temps de relaxation T_2, affranchis des limitations dues à l'inhomogénéité du champ magnétique. Vérification expérimentale de la validité de ce procédé au moyen de solutions de nitrate ferrique.

1. *Théorie de l'inhomogénéité du champ directeur.* — Nous avons explicité dans une Note antérieure (1) la solution des équations de Bloch en champ magnétique homogène.

Pour tenir compte de l'inhomogénéité dans un petit élément de volume il suffit de remplacer dans les équations de Bloch, relatives à cet élément de volume T_2 par T_2^* défini par $1/T_2^* = 1/T_2 + i\delta(x, y, z)$.

Pour obtenir l'effet de l'inhomogénéité dans l'ensemble de l'échantillon, il faut faire la somme des solutions pour toutes les valeurs de δ, comprises dans l'échantillon. On peut heureusement prendre δ comme variable d'intégration et l'on a, dans le cas du passage rapide à travers l'intervalle de résonance,

$$v^* = -\gamma H_1 M_z I^* e^{-t/T_2} \sin\left(\frac{\Delta\omega\Omega t^2}{2}\right) \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(\delta)\, e^{-i\delta t}\, d\delta = vF,$$

$\varphi(\delta)$, nombre de noyaux soumis au champ magnétique $H_z + \delta \pm d\delta/2$, F apparaît comme la transformée de Fourier de la fonction de répartition de l'inhomogénéité $\varphi(\delta)$.

2. *Premier procédé.* — Il correspond au cas où un gradient de champ magnétique constant règne dans le volume de l'échantillon. $\varphi(\delta) = 0$ pour $|\delta| > \Delta$ et $\varphi(\delta) = 1/2\Delta$ pour $|\delta| < \Delta$. Nous aurons $F = \sin \Delta t/\Delta t$ et le signal de résonance obtenu présentera des battements (*fig.* 1 A) (2). Ce cas est très souvent observé et ces conditions permettent alors de mesurer T_2 même lorsque $T_2 \gg T_2^*$.

Appelons l_1 et l_2 les amplitudes du signal au premier et au second maxima et t_0 l'intervalle de temps qui les sépare. Nous aurons $T_2 = t_0/\mathrm{Log}(l_1/\pi l_2)$.

Ce procédé de mesure de T_2 ne dépend pas de l'inhomogénéité du champ magnétique dans le cas où la fonction $\varphi(\delta)$ est bien conforme à nos hypothèses, ce que la forme du signal observé permet de vérifier sans ambiguïté.

(*) Séance du 16 avril 1951.

(1) R. Gabillard, *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 1477.

(2) R. Gabillard, *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 324-326.

3. *Deuxième procédé.* — Lorsque T_2 est inférieur à la demi-période $T_0/2$ du balayage, le signal de résonance obtenu présente des oscillations uniquement après le passage du champ magnétique à travers l'intervalle de résonance (*fig.* 1 A).

Mais lorsque T_2 est plus grand que $T_0/2$, le signal obtenu présente des oscillations avant et après le passage par la résonance [1] (*fig.* 1 B).

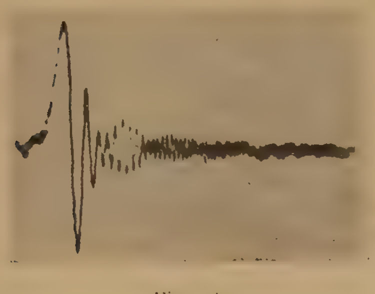


Fig. 1 A.



Fig. 1 B.

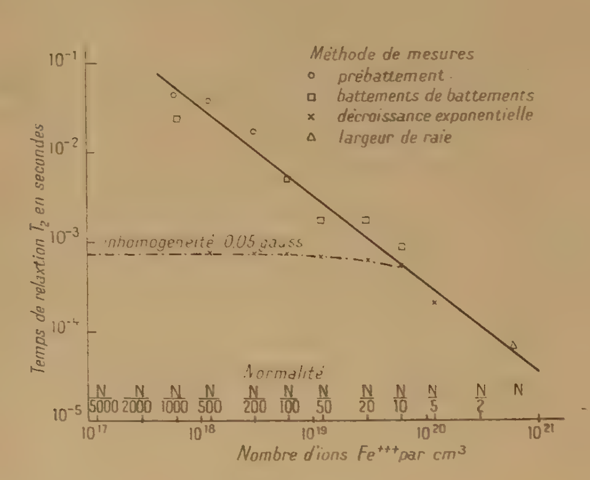


Fig. 2,

Dans le cas d'un champ homogène les oscillations possèdent une amplitude constante dans tout l'intervalle du balayage. Une inhomogénéité du champ directeur a pour effet de créer au bout d'un temps $\Theta = 1/\gamma\langle|\Delta H|\rangle$ ($\langle|\Delta H|\rangle$, valeur moyenne de l'inhomogénéité) une répartition régulière des phases des moments magnétiques de chaque élément de volume. Le signal est donc observable seulement pendant le temps Θ. Mais chacun des moments magnétiques élémentaires continue à précessionner durant le temps T_2 et si $T_2 > T_0/2$, lorsque le balayage s'approchera à nouveau de la zone de résonance il y aura passage progressif du régime de précession libre au régime de précession forcée et une remise en phase progressive des moments magnétiques élémentaires. Il en résultera une réapparition du signal un peu avant le passage par la résonance (*fig.* 1 B).

Si nous appelons l_1 et l_2 les amplitudes du signal après et avant la résonance, nous aurons $T_2 = T_0/\text{Log}(l_1/l_2)$; cette mesure de T_2 est :

1° Indépendante de l'existence d'une inhomogénéité du champ magnétique;

2° Indépendante de la loi de répartition spatiale de l'inhomogénéité.

4. *Vérification expérimentale.* — Nous avons mesuré les temps de relaxation T_2 d'une série de solutions de nitrate ferrique de concentration décroissante au moyen de procédés classiques (largeur de raie et décroissance exponentielle de l'amplitude des oscillations) et au moyen des deux procédés précédemment décrits (*fig.* 2) en présence d'une inhomogénéité du champ. Nous avons ainsi vérifié que les deux procédés proposés donnent des résultats indépendants de l'inhomogénéité du champ magnétique (courbe en trait plein) qui limite l'utilisation des procédés classiques (courbe ponctuée).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Diffusion du ^{32}P et du ^{35}S dans le chlorure de sodium.* Note (*) de M. **Marius Chemla**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Le ^{32}P et le ^{35}S formés à partir du ^{35}Cl par réactions (n, α) et (n, p) dans du chlorure de sodium, diffusent vers la surface du cristal à des températures voisines de 650°.

Le chlorure de sodium irradié en neutrons rapides, contient du soufre et du phosphore radioactifs produits par les réactions nucléaires : $^{35}Cl(n, p)^{35}S$, $^{35}Cl(n, \alpha)^{32}P$, mais rien ne permet de prévoir l'état des ions P et S ainsi formés. Il serait possible de déterminer la charge Z de ces ions en mesurant leur coefficient de diffusion thermique D, et leur mobilité V dans un champ électrique. Ces grandeurs étant reliées par la formule d'Einstein : $(D/V) = (KT/Ze)$.

Nous avons observé un phénomène qui nous permettra de mesurer facilement le coefficient de diffusion du ^{35}S et du ^{32}P dans le chlorure de sodium : ces deux ions migrent à chaud vers la surface du cristal. Leur répartition est déterminée en découpant le cristal et en mesurant l'activité des tranches ainsi obtenues.

Des lames monocristallines de chlorure de sodium (fourni par l'O.N.E.R.A.) de $0{,}25 \times 1{,}2 \times 1{,}2$ cm ont été irradiées trois jours à la pile de Châtillon dans un conteneur en uranium, puis elles ont été abandonnées pendant 15 jours, afin que l'activité due au radiosodium ait complètement disparu. Ces cristaux sont chauffés dans un four électrique, en atmosphère d'azote, à 660° pendant des temps égaux à 4 et 7 h. Puis afin d'éviter les effets de bords, on élimine par clivage sur la périphérie de la lame cristalline des bandes de 1 mm de large. La partie centrale conservée est alors découpée parallèlement à ses faces principales à l'aide d'un microtome de biologiste. A chacun de ses passages le rasoir détache une poudre très fine correspondant à une épaisseur du cristal de 4,5 μ. Ces tranches ont été groupées par trente afin que la quantité de poudre soit suffisante pour être étalée en couche régulière. De tels échantillons pèsent alors environ 15 mg.

(*) Séance du 16 avril 1951.

Leur activité est mesurée à l'aide d'un compteur cloche à fenêtre mince (1,72 mg : cm²). La séparation des rayonnements du S et du P est réalisée à l'aide d'un écran d'argent de 5/100 de millimètre d'épaisseur, qui absorbe la totalité du rayonnement du ^{35}S et dont le coefficient d'absorption pour les β^- du ^{32}P, déterminé dans les conditions de nos mesures, a été trouvé égal à 26,3 %. Les activités mesurées sont alors de l'ordre de 500 à 1000 coups : mn pour le P, 5000 coups : mn pour le S. Les courbes construites représentent en fonction de la profondeur x de la tranche, le rapport activité spécifique de l'échantillon/activité spécifique du cristal non chauffé pour différents temps de chauffage (*fig.* 1 et 2). Elles montrent que le soufre est plus mobile que le phosphore :

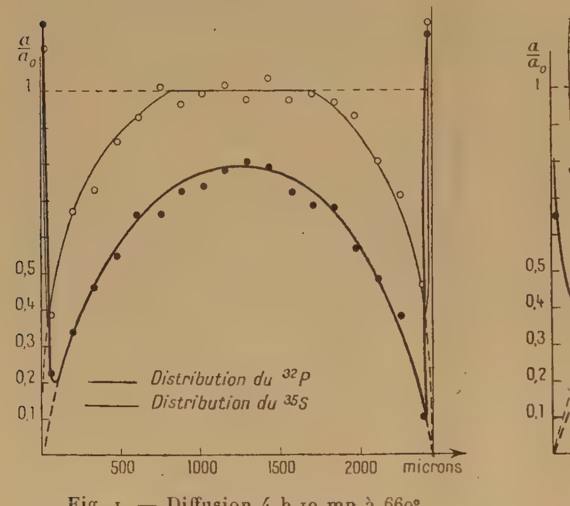


Fig. 1. — Diffusion 4 h 10 mn à 660° en atmosphère d'azote.

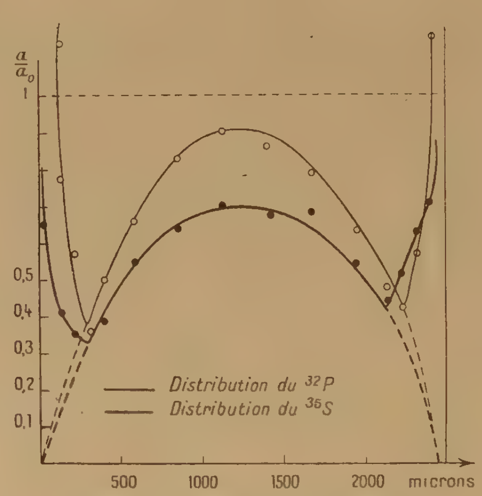


Fig. 2. — Diffusion 7 h à 660° en atmosphère d'azote.

Pour nous assurer de la validité de la méthode nous avons d'une part vérifié que la répartition de l'activité dans le cristal non traité était bien uniforme et d'autre part nous avons réalisé une expérience de diffusion de 4 h 10 mn dans le vide en tube de silice scellé : les courbes obtenues étaient en tous points identiques à celle de la figure 1.

La partie centrale de ces courbes est continue et correspond à un phénomène de diffusion. La brusque discontinuité qui apparaît aux deux extrémités des courbes montre que le transfert d'un ion S ou P de l'intérieur du cristal vers la surface est irréversible. Ces expériences semblent donc confirmer la théorie de Libby (¹) selon laquelle l'énergie libre du cristal devient minimum quand les ions S et P sont expulsés vers la surface. En tous cas elles infirment les expériences de Croatto et Maddock (²) : ces derniers n'ont pas pu observer la

(¹) *J. Am. Chem. Soc.*, 69, 1947, p. 2523.

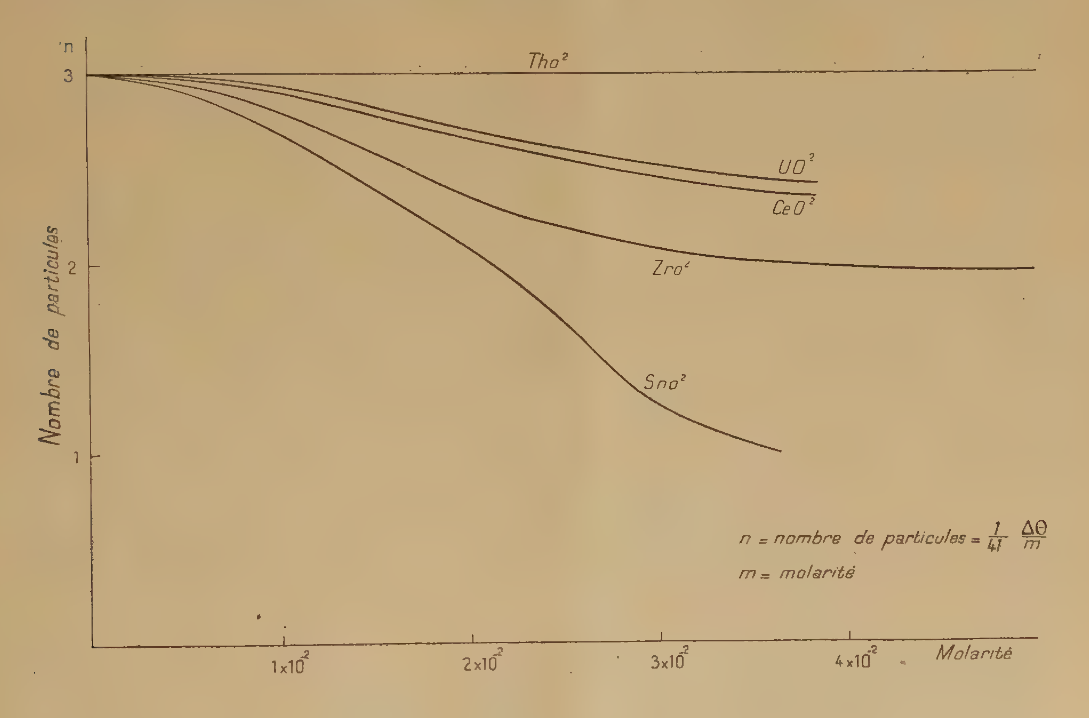
(²) *J. Chem. Soc.* (Supplementary issue), 1949, p. 351.

diffusion de ^{35}S en examinant le noircissement produit sur une plaque photographique par des cristaux actifs ayant subi un traitement thermique convenable, leur procédé étant sans doute trop peu sensible.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cryoscopie de quelques oxydes dans la cryolithe fondue.* Note (*) de MM. **Eugène Darmois** et **Georges Petit**, présentée par M. Paul Pascal.

Dans un travail récent ([1]), M. Rolin a montré que les oxydes SiO_2 et TiO_2 sont solubles dans la cryolithe fondue et ne sont pas dissociés électrolytiquement. On aurait pu penser que les oxydes du type MO_2 doivent présenter un comportement analogue.

Nous avons étudié l'abaissement cryoscopique produit par ZrO_2, CeO_2, SnO_2, ThO_2, UO_2. L'abaissement molaire limite est 41, en rapportant les molarités à 1000 g de solvant ([2]). Étant donné une solution de molarité m,



l'abaissement molaire est $\Delta\theta/m$. Pour les cinq oxydes étudiés, l'abaissement tend vers 3×41. La figure représente pour les cinq oxydes en fonction de la molarité le rapport de l'abaissement molaire observé à la valeur limite 41.

(*) Séance du 9 avril 1951.

([1]) *Thèse*, Paris, 1950.

([2]) E. Darmois et M. Rolin, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 933.

Dans les limites de concentration indiquées, on voit que ThO_2 est complètement dissocié en trois ions, les autres oxydes l'étant plus faiblement. Il ne semble pas douteux que les ions sont l'ion métal et deux ions O^{--}.

Nous avons également étudié la cryoscopie de La_2O_3. En solution très étendue, il donne cinq particules, mais la courbe analogue à celles de la figure tend rapidement vers trois particules. Dans le travail de Rolin, on a montré que Al_2O_3 donne trois ions en solution étendue et proposé le schéma de décomposition

$$Al_2O_3 \rightleftharpoons AlO_2^- + Al^{+++} + O^{--}.$$

Il semblerait que La_2O_3 est susceptible de se dissocier en deux échelons

$$La_2O_3 \rightleftharpoons LaO_2^- + La^{+++} + O^{--}, \qquad LaO_2^- \rightleftharpoons La^{+++} + 2O^{--}.$$

L'explication de ces diverses dissociations semble assez complexe. Nous ferons seulement remarquer que la dissociation limite de l'oxyde de lanthane montre la forte électropositivité du métal, proche de celle des alcalino-terreux.

CHIMIE MINÉRALE. — *Application de la diffraction électronique à l'étude des réactions entre deux surfaces au contact.* Note (*) Mme **Lucienne Lecuir**, MM. **Henry Bildé** et **Jean Devaux**, présentée par M. Paul Pascal.

En cherchant à appliquer la diffraction électronique à l'étude des réactions entre composés pulvérulents, nous avons constaté et signalé dans une publication antérieure [1] que cette méthode était limitée par le fait suivant : au moment du mélange des deux constituants, les grains les plus fins enrobent les plus gros et l'on obtient le diagramme de la poudre la plus fine. Il apparaît alors difficile de mettre en évidence l'existence d'une réaction et d'identifier les produits formés lorsque la réaction reste limitée aux points de contact des constituants du mélange (formation de sels insolubles par exemple).

D'autre part, la diffraction des rayons X ne peut être utilisée lorsque la quantité de produits ayant réagi est trop faible, lorsque la température de la réaction est proche du seuil de diffusion, ou lorsque les produits formés sont des cristallites trop fins.

Nous avons constaté qu'il convient dans ce cas d'utiliser la diffraction électronique par réflexion. En voici deux exemples :

1. *Action de l'alumine sur l'oxyde de nickel.* — Nous avons préparé deux agglomérés, l'un d'alumine, l'autre d'oxyde NiO. Ils sont mis en contact puis chauffés à 1400° C pendant 2 h. Après séparation, nous avons fait les diagrammes de diffraction électronique en examinant par réflexion les surfaces des

(*) Séance du 16 avril 1951.

(1) *Congrès de Microscopie électronique*, Paris, 1950.

agglomérés après leur séparation. On constate sur la pastille d'alumine qui était au contact de NiO une belle coloration bleue.

Sur la surface de l'oxyde de nickel, nous n'obtenons que le diagramme de diffraction de NiO.

La surface bleue de l'alumine donne le diagramme du spinelle Al_2O_4Ni avec quelques raies supplémentaires qui coïncident avec les raies les plus intenses d'$Al_2O_3\alpha$. En dehors de la couche bleue, les diagrammes sont ceux d'$Al_2O_3\alpha$.

Le tableau suivant donne le rayon des anneaux R, l'intensité I estimée à l'œil, la distance interréticulaire d_{hkl} (*m*, *f*, F correspondant aux raies d'intensité moyenne, faible et forte).

Sur les plages bleues.			Al_2NiO_4	$Al_2O_3\alpha$	En dehors des plages bleues.		
R (mm).	I.	d_{hkl} (Å).	d_{hkl} (Å).	d_{hkl} (Å).	d_{hkl} (Å).	I.	R (mm).
–	–	–	–	3,47	3,49	f	5,3
6,6	m	2,85	2,85	–	–	–	–
–	–	–	–	–	2,68	m	6,9
7,3	f	2,57	–	2,55	2,54	m	7,3
7,8	m	2,41	2,43	–	–	–	–
–	–	–	–	2,37	2,40	m	7,7
9,1 à 9,5	F	{ 2,07	–	2,08	2,08	F	8,9
		{ 1,98	2,01	–	–	–	–
10,5	f	1,79	1,80	–	–	–	–
–	–	–	–	1,74	1,76	f	10,5
11,7	f	1,61	–	1,59	1,58	m	11,7
12	m	1,565	1,55	1,54	–	–	–
–	–	–	–	1,50	–	–	–
13	m	1,45	1,42	–	–	–	–
–	–	–	–	1,402	–	–	–
13,5	f	1,395	–	–	1,39	m	13,3
–	–	–	–	1,370	–	–	–
14,1	m	1,33	1,35	–	–	–	–
–	–	–	–	1,233	1,25	f	14,8
–	–	–	–	1,186	1,187	f	15,6

2. *Scellement verre-métal* (*molybdène sur verre de même dilatation*). — Une feuille de molybdène est soudée au chalumeau sur verre, puis séparée par traction.

Les figures suivantes montrent les diagrammes de diffraction obtenus sur les surfaces ainsi séparées.

Ces diagrammes révèlent la formation d'une couche de passage entre le molybdène et le verre; ils correspondent aux meilleures propriétés méca-

niques du scellement, au contact de l'air; ils ne se retrouvent plus lorsque, travaillant dans l'hydrogène, on évite l'oxydation du molybdène.

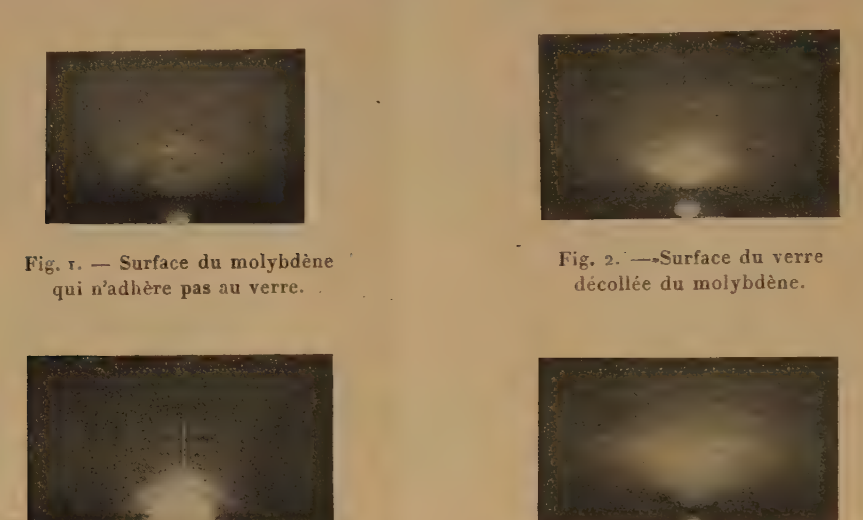


Fig. 1. — Surface du molybdène qui n'adhère pas au verre.

Fig. 2. — Surface du verre décollée du molybdène.

Fig. 3 et 4. — Surfaces du molybdène décollées du verre.

Ces premiers résultats montrent comment la diffraction d'électrons permet d'étudier des réactions entre surfaces solides. Nous poursuivons les recherches dans ce sens en examinant d'autres phénomènes analogues.

CHIMIE MINÉRALE. — *Complexes de l'acide molybdique et de l'acide oxalique.* Note (*) de M[lles] **Marcelle Murgier** et **Micheline Sallé**, présentée par M. Paul Pascal.

Les complexes de l'acide molybdique et de l'acide oxalique ont été étudiés par E. Péchard (1). Nous n'avons jamais pu reproduire avec succès les méthodes indiquées par cet auteur. C'est pourquoi nous avons été amenées à chercher une nouvelle méthode de préparation de ces complexes qui paraissent répondre à une formule déterminée.

Préparation. — Nous avons préparé un sel alcalin, un sel alcalino-terreux et l'acide de ce complexe.

1. *Oxalo-molybdate de sodium.* — On part de soude titrée portée à l'ébullition qu'on laisse se concentrer jusqu'à être deux fois normale avant d'y dissoudre MoO_3. Il est indispensable de verser MoO_3 lentement et par petites quantités et en agitant afin d'éviter la formation du monohydrate blanc. On

---

(*) Séance du 16 avril 1951.

(1) *Comptes rendus*, 108, 1889 p. 1052.

ajoute ensuite, toujours à chaud, la quantité correspondante d'acide oxalique (1 $C_2O_4H_2$ pour 1 MoO_3).

2. *Oxalo-molybdate de baryum.* — Plusieurs procédés ont été étudiés. Le meilleur consiste à former le molybdate de baryum tel qu'il a été préparé par M. Murgier ([2]) à partir du chlorure de baryum et du paramolybdate d'ammonium. La dissolution de l'acide oxalique se fait rapidement et complètement dans ce molybdate.

On peut partir du nitrate de baryum au lieu du chlorure et opérer comme précédemment.

3. *Acide oxalomolybdique.* — La méthode la plus simple et qui nous a donné le meilleur rendement est la suivante : on forme l'acide molybdique soluble dont M. Murgier a donné la préparation ([2]) et on lui ajoute la quantité correspondante d'acide oxalique.

Ces diverses solutions, abandonnées à l'air libre, cristallisent au bout d'un temps variant de quelques jours à plusieurs semaines. La cloche à vide n'accélère qu'assez peu la cristallisation.

Le sel de sodium cristallise le plus vite en aigrettes blanches; le sel de baryum et l'acide cristallisent plus lentement sous forme d'aiguilles enchevêtrées, de couleur blanche pour le sel et légèrement jaune pour l'acide.

Formule des complexes. — Elle est de la forme générale

$$(MoO_3C_2O_4)M_2,\ xH_2O,$$

M désignant un métal monovalent ou l'hydrogène. Pour la déterminer, nous dosons la quantité de molybdène que renferme un poids déterminé de cristaux desséchés, et suivant le cas, nous contrôlons le résultat obtenu par le dosage du sodium et du baryum.

Le dosage du molybdène utilise le réactif à l'oxine suivant la méthode de R. Schaal et P. Souchay ([3]).

Pour doser le sodium on démolit le complexe en le faisant bouillir avec un grand excès de soude titrée; d'où formation de l'oxalate et du molybdate de sodium. L'excès de soude est neutralisé par un acide titré.

On en tire alors la quantité de sodium renfermé dans le complexe.

Le dosage du baryum est fait par addition d'acide sulfurique en excès; on chauffe jusqu'à ébullition pour détruire le complexe. Du poids du sulfate de baryum (lavé et desséché) on déduit celui du baryum.

Les poids moléculaires obtenus sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Oxalo-molybdate de sodium........	329	340	335
Oxalo-molybdate de baryum	372	376	363
Acide oxalo-molybdique...........	372	290	286

([2]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 583.

([3]) *Analytica Chimica Acta*, 3, 1949, p. 4.

On peut donc admettre pour ces complexes les formules suivantes :

	P. M.
$(MoO_3C_2O_4)Na_2 3H_2O$	332
$(MoO_3C_2O_4)Ba$	369,5
$(MoO_3C_2O_4)H_2.3H_2O$	288

Ces complexes ont été préparés en vue de l'étude de leurs propriétés photochimiques.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Influence d'un faible taux d'écrouissage sur la cinétique du durcissement des solutions solides d'aluminium.* Note (*) de M. **Aurel Berghezan**, présentée par M. Albert Portevin.

Dans deux Notes précédentes, nous avons, d'une part, montré l'influence nouvelle des traitements de polygonisation [1], d'autre part, précisé l'influence de la vitesse de trempe sur la cinétique de décomposition des solutions solides d'aluminium [2]. Dans cette Note, nous montrerons les conséquences d'un troisième facteur, celui d'un faible écrouissage antérieur au durcissement.

Il est généralement admis que l'écrouissage mécanique accélère la vitesse de durcissement des solutions solides sursaturées. Cependant, le mode et le taux d'écrouissage conduisant à cette conclusion sont rarement précisés par les auteurs. Nous décrirons nos propres résultats obtenus après écrouissage par traction simple exécutée aussitôt après trempe. Dans ce but, des microéprouvettes brutes de trempe furent tractionnées de 3, 6 et 10 %, puis soumises à un vieillissement prolongé à différentes températures entre 20° et 150° avant d'en déterminer leurs caractéristiques avec la micromachine Chevenard.

La figure 1 montre que, contrairement à la croissance rapide de E et R observable sur les alliages vieillis normalement à 20° après trempe, les alliages faiblement écrouis par traction voient leur durcissement ultérieur fortement ralenti ou même bloqué dans certains cas. Ce résultat est encore confirmé par les mesures de microdureté et par la persistance du phénomène Portevin-Le Chatelier [3] sur les échantillons écrouis et vieillis, persistance qui n'a pas lieu sur les échantillons vieillis normalement (*fig.* 2). Cette inhibition du durcissement peut être aussi obtenue par simple courbure

---

(*) Séance du 9 avril 1951.

[1] P. Lacombe et A. Berghezan, *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 1733; ***Alluminio***, **18**, 1949, p. 365.

[2] *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 974.

[3] *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 507.

effectuée à froid aussitôt après trempe ou à chaud juste avant celle-ci. Dans ce dernier cas, l'effet est encore plus marqué.

Si la température de vieillissement est supérieure à l'ambiante, on constate un arrêt, un ralentissement ou une chute du durcissement, suivant la température du revenu et la nature de la solution solide.

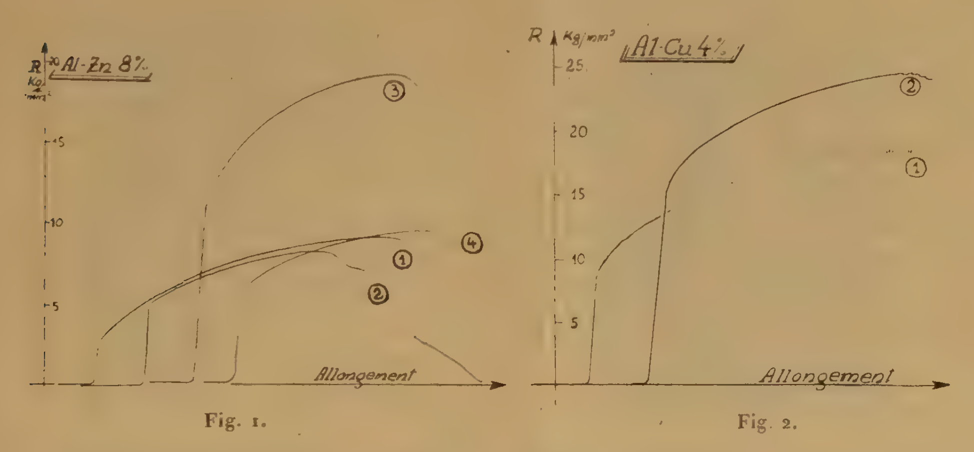


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Courbes effort-allongement d'alliages Al-Zn. 1° brut de trempe; 2° tractionné aussitôt après trempe de 3 % déchargé et tractionné jusqu'à rupture; 3° vieilli normalement 24 heures à 20°; 4° tractionné de 3 % aussitôt après trempe et vieilli 24 heures à 20°.

Fig. 2. — Courbes effort-allongement d'alliages Al-Cu 4 % vieillis le même temps à l'ambiante. 1° après écrouissage de 4 % aussitôt après trempe; 2° sans écrouissage après trempe.

L'effet du faible écrouissage avant vieillissement peut paraître à première vue contradictoire par rapport à l'accélération du durcissement provoqué par trempe brutale à l'eau. Cependant, l'examen micrographique montre qu'il existe probablement une grande différence dans le mode de déformation provoqué par les tensions de trempe et par la traction simple. Dans le cas de la trempe à l'eau, on observe par micrographie aussitôt après trempe des lignes de déformation, soit rectilignes, soit plus ou moins curvilignes. Les premières correspondent aux traces des plans (111) sur la surface micrographique comme nous avons pu le déterminer par rayons X. Les secondes suggèrent que la déformation procède davantage d'un mécanisme de déformation à chaud par multiplication des glissements sur des plans cristallographiques autres que (111). De plus, il est important d'observer qu'au fur et à mesure que le vieillissement d'un alliage trempé à l'eau se poursuit, un nouveau polissage électrolytique au lieu de niveler la surface et d'effacer ainsi les lignes de déformation dues à la trempe, les fait apparaître avec plus de contraste encore, toutefois avec un aspect strié, différent de l'aspect continu original. Ceci semble indiquer un enrichissement local en zinc ou en cuivre de la solution solide dans les régions du cristal déformées par la trempe.

Au contraire, dans le cas d'un faible écrouissage par traction simple, les lignes de glissement sont effacées entièrement par le polissage électrolytique, même après un vieillissement prolongé bien au delà du temps nécessaire à un alliage normalement trempé et vieilli pour atteindre son durcissement maximum (*fig.* 3 *a* et *b*).



Fig. 3 *a*. — Al-Zn 12 % tractionné de 5 % aussitôt après trempe. C = 200.



Fig. 3 *b*. — Même plage de l'alliage repolie après vieillissement de plusieurs jours à 20°. C = 200.

En conclusion, des faibles taux d'écrouissage provoqués par traction ou courbure simple sur trempe fraîche peuvent détruire partiellement l'aptitude des solutions solides d'aluminium sursaturées à durcir spontanément par vieillissement à l'ambiante. Ce fait, en contradiction avec l'idée généralement admise que l'écrouissage accélère le durcissement, attire l'attention sur le fait qu'il y a vraisemblablement un seuil d'écrouissage à partir duquel cette accélération peut se produire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux résultats dans l'étude de la déshalogénation des cyclanones α-halogénées* (*Réaction de Faworsky*). Note (*) de MM. **Max Mousseron**, **Robert Jacquier** et **André Fontaine**, présentée par M. Marcel Delépine.

Poursuivant nos recherches sur la réaction de Faworsky ([1]), nous avons étudié la déshalogénation par le méthylate de sodium de quelques cétones α-halogénées extranucléaires et de deux dibromocyclohexanones.

Chlorométhylcyclohexylcétone (I). — Elle est obtenue avec un rendement

---

(*) Séance du 16 avril 1951.

([1]) Mousseron et Jacquier, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 374; Mousseron, Jacquier et Fontaine, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 864.

de 70 % par action de ClH sur la diazocétone isolée en traitant par le diazométhane le chlorure de l'acide cyclohexanecarboxylique (réaction d'Arndt-Eistert) : $É_{20}$ 114-5°; d_{25}^{25} 1,072; n_D^{25} 1,4773 (Cl % trouvé 22,0). Semicarbazone F 175° (C_6H_6). Dinitro-2.4 phénylhydrazone F 131-2° (C_6H_6-éther de pétrole).

Par addition à 0° d'une solution méthanolique de (I) (1 mole) dans un excès de CH_3ONa (2,5 moles) dans CH_3OH, on isole 50 % d'ester (II) $É_{15}$ 90-5° et 20-5 % de l'époxyde (III) $É_{25}$ 122-5°; d_{25}^{25} 1,031; n_D^{25} 1,4732. Par saponification de (II) et passage à l'amide, on caractérise l'acide cyclohexaneacétique (IV) (amide F 168-9°) à côté d'environ 10 % d'acide méthyl-1 cyclohexanecarboxylique (V) (amide F 65°).

Peu de temps après que ces résultats aient été présentés au Colloque International de Chimie Organique de Montpellier (avril 1950), Wagner et Moore ([2]) signalent n'avoir isolé que des dérivés de (III) en traitant la bromométhylcyclohexylcétone par CH_3ONa en suspension dans l'éther anhydre.

—CO—CH_2Cl (I) —CH_2—CO_2H (IV) OCH_3 —CH—CH_2 O (III)

—CO—CH_3 Cl (VI) CH_3 CO_2H (V) —CO—CH_3 (VII)

Éthylone-1 chloro-1 cyclohexane (VI). — L'action du chlorure de sulfuryle sur l'éthylonecyclohexane ([3]) donne (VI) ([4]) : $É_{20}$ 92-5°; d_{25}^{25} 1,070; n_D^{25} 1,4775 à côté de 10-5 % de (I) $É_{20}$ 115-8°.

Par action du chlorhydrate de semicarbazide et de l'acétate de sodium sur (VI), on isole la semicarbazone F 220° de l'éthylone-1 cyclohexène (VII).

La déshalogénation de (VI) par un excès de CH_3ONa dans CH_3OH donne après saponification 30 % d'acide méthyl-1 cyclohexanecarboxylique (V) (amide F 65°, anilide F 112°) et 55-60 % de (VII).

Une réaction identique est observée dans la déshalogénation de (VI) par HOK ou CH_3ONa dans l'éther anhydre ([2]), ([4]).

Chlorométhylcyclopentylcétone. — Elle est synthétisée comme son homo-

---

([2]) *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 1950, p. 2884.

([3]) NENITZESCU et CIORANESCU, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, 69, 1935, p. 1820.

([4]) Mlle TCHOUBAR et SACKUR, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1020; Mlle TCHOUBAR, *ibid.*, **228**, 1949, p. 580.

logue supérieur à partir du chlorure de l'acide cyclopentanecarboxylique (Rend. 70 %) : $É_{20}$ 103-105°, d_{25}^{25} 1,068, n_D^{20} 1,4605 (Cl % tr. 24,4). Semicarbazone F 145-146° (CH_3OH). Dinitro-2.4 phénylhydrazone F 135° (C_6H_6-éther de pétrole).

L'action de CH_3ONa dans CH_3OH donne 50 % d'ester $É_{20}$: 85-88°, saponifié en acide méthyl-1 cyclopentanecarboxylique (amide F 124-125°, anilide F 105°), et 10-15 % de l'époxyde cyclopentanique, homologue inférieur de (III), $É_{15}$: 90-98°, qui n'a pu être isolé à l'état pur.

(Chlorométhylcyclohexène-1)yl cétone. — Obtenue avec un rendement de 40 % à partir du chlorure de l'acide cyclohexène-1 carboxylique : $É_{25}$ 110-115°; d_{25}^{25} 1,135: n_D^{25} 1,5092 (Cl % trouvé 22,1). Dinitro-2.4 phénylhydrazone F 179-180° (C_6H_6-éther de pétrole).

La déshalogénation par CH_3ONa dans CH_3OH donne après saponification 20 % d'acide cyclohexène-1 acétique (amide F 152-153°) à côté de goudrons.

Dans le cas du chlorure de l'acide cyclopentène-1 carboxylique, la réaction de Arndt-Eistert ne conduit qu'à des goudrons.

Déshalogénation de dibromocyclohexanones, (avec Mlle M. Canet). — Le produit instable résultant de l'addition du brome sur la cyclohexène-1 one-2 en solution chloroformique est traité brut par CH_3ONa; il y a uniquement formation de phénol.

La dibromocétone obtenue par action de Br_2 sur la cyclohexanone ([3]), traitée par CH_3ONa dans CH_3OH, donne 5 % d'acide cyclopentène-1 carboxylique F 120°, à côté de cyclohexanedione-1.2 et de goudrons.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur quelques nouveaux groupements épitaxiques obtenus avec des cristaux d'anthraquinone.* Note de M. **Louis Royer**, présentée par M. Charles Mauguin.

Les groupements épitaxiques nouveaux entre cristaux d'anthraquinone d'une part et clivages de dolomie, calcite, nitrate de sodium d'autre part sont décrits et commentés.

1° Willems ([1]) a montré qu'une solution d'anthraquinone dans le benzène abandonne sur une face de clivage $p(001$ de sel gemme des cristaux d'anthraquinone orientés de telle manière que leur direction d'allongement est parallèle à l'une ou l'autre diagonale (rangées $[110]$ ou $[1\bar{1}0]$) de la face du cube de NaCl qui leur sert de support. De mon côté, j'ai signalé l'épitaxie des cristaux de NaCl sur un clivage de spath d'Islande ([2]). D'où

([3]) Wallach, *Ann. Chem.*, **414**, 1918, p. 296; **437**, 1924, p. 148.

([1]) *Die Naturwissenschaften*, **44-52**, 1944, p. 324-332.

([2]) *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 1418.

l'idée d'essayer si les cristaux d'anthraquinone subissent une orientation quand ils se déposent au contact d'un clivage de calcite. C'est ce que confirme l'expérience que j'ai été amené par la suite à étendre en employant comme cristal support des faces de clivage de dolomie et de nitrate de sodium.

2° Si l'on étale une solution d'anthraquinone dans le benzène sur un clivage frais de spath d'Islande et que l'on évapore le solvant, on constate que les cristaux d'anthraquinoe qui se sont déposés sont orientés dans leur immense majorité. Cette orientation se fait suivant deux lois différentes : les cristaux d'anthraquinone ont leur direction d'allongement parallèle tantôt à la courte diagonale (position I), tantôt à la grande diagonale (position II) de la face $p(001)$ du rhomboèdre de spath d'Islande. Il en résulte deux orientations à angle droit; dans les deux cas les positions d'extinction entre nicols croisés des cristaux d'anthraquinone coïncident avec les directions d'extinction de la face $p(001)$ du rhomboèdre de spath d'Islande.

Ces *deux* orientations de cristaux d'une même substance par la même face de calcite peuvent surprendre, car elles sont indépendantes l'une de l'autre et se font suivant deux directions qui ne sont ni identiques, ni symétriques l'une de l'autre.

La moyenne statistique d'un assez grand nombre d'essais montre que chacune de ces deux orientations se réalise sensiblement avec une fréquence égale.

3° Les mêmes essais entrepris non plus sur une face de clivage de spath d'Islande, mais sur un clivage de dolomie et de rhomboèdre de nitrate de sodium ne sont pas moins instructifs.

Les cristaux d'anthraquinone sont encore orientés par ces deux cristaux. Mais l'orientation des cristaux d'anthraquinone est unique.

Dans le cas de la dolomie, les cristaux orientés d'anthraquinone ont tous sans exception leur direction d'allongement parallèle à la grande diagonale de la face $p(001)$ du rhomboèdre ils sont donc en position II.

Sur le clivage du rhomboèdre de nitrate de sodium, l'orientation des cristaux d'anthraquinone est également unique, mais leur direction d'allongement est cette fois parallèle à la petite diagonale de la face (001) du rhomboèdre de nitrate de sodium; ils sont donc tous en position I.

4° On met ces conditions en évidence d'une manière particulièrement frappante, en faisant cristalliser côte à côte sur la même face de ces différents clivages à la fois de l'α-hydroquinone et de l'anthraquinone. On sait en effet que l'α-hydroquinone s'oriente sur la calcite, la dolomie et le nitrate de sodium cristallisé en position II (³).

(³) Willems J., *Zeitschr. f. Kristallogr.* A, 105, 1943, p, 53-68.

On observe dans ces conditions que sur la dolomie, l'α-hydroquinone et l'anthraquinone sont orientés suivant la même loi : tous deux en position II, tandis que sur le clivage d'un rhomboèdre de nitrate de sodium, les cristaux d'α-hydroquinone et les cristaux d'anthraquinone sont orientés à angle droit : l'α-hydroquinone en position II, l'anthraquinone en position I.

Tels sont les faits expérimentaux. Comment les expliquer ?

5° En admettant, ce qui me semble fort probable, mais non déterminé d'une manière certaine à cause de la petite taille des cristaux, que le plan d'accolement du cristal d'anthraquinone lors de l'épitaxie sur ces différents clivages de cristaux rhomboédriques, est $g^1(010)$, la maille plane peut être définie comme un rectangle de côtés 3,98 Å et 19,9 Å.

Or, pour toutes les positions observées, il y a un paramètre au moins de l'anthraquinone qui est très voisin du paramètre de la rangée de même direction dans le cristal-support.

Ainsi dans le cas du plan $p(001)$ du nitrate de sodium et du cristal d'anthraquinone en position I, on constate que le paramètre 3,98 Å de l'anthraquinone dans la direction d'allongement du cristal est très voisin de celui de la courte diagonale du losange de $NaNO_3$: 4,04 Å.

Pour la dolomie et l'anthraquinone en position II, il y a coïncidence du paramètre 19,9 Å de l'anthraquinone avec le paramètre $5 \times 3{,}84$ Å $= 19{,}2$ Å de la dolomie.

Dans la position I de l'anthraquinone sur la calcite, les paramètres qui ont sensiblement mêmes valeurs et mêmes directions dans les deux espèces sont 3,98 Å pour l'anthraquinone et 4,04 Å pour la calcite. Dans la position II, ce sont les paramètres $4 \times 4{,}98$ Å $= 19{,}92$ Å de la calcite et $5 \times 3{,}98$ Å $= 19{,}90$ Å de l'anthraquinone qui ont même direction.

Aussi bien la courte diagonale que la grande diagonale de la face $p(001)$ de ces cristaux-supports rhomboédriques sont des rangées ne portant des ions que d'un seul signe.

Ces conditions permettent de comprendre ces groupements épitaxiques. Une explication plus détaillée me paraît prématurée dans l'état actuel de nos observations.

CRISTALLOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Orientations cristallines dans les cémentations.* Note de MM. **Félix Bertaut** et **Pierre Blum**, présentée par M. Charles Mauguin.

Dans cette Note nous décrivons des orientations obtenues par des réactions de cémentations [1] et dues, non pas à l'épitaxie, mais à l'anisotropie des

---

[1] La plupart des observations faites se rapportent à des dépôts à l'état d'éléments ou

vitesses de croissance, donc à la structure du corps auquel la réaction donne lieu. Ces réactions ont été réalisées par *électrolyse ignée*, sur des surfaces planes ou des fils cylindriques métalliques plongeant dans des bains de cémentation appropriés (²).

Les orientations observées (*voir* tableau) ne dépendent pas de celles du support (³), ce qui élimine l'hypothèse d'une épitaxie. Les directions privilégiées ont toujours des indices simples, donc une signification simple par rapport à la structure (⁴). D'accord avec Glocker et Kaupp (⁵) nous dirons que lorsque l'axe de fibre est normal à la surface cémentée, il est confondu avec la direction de la vitesse de croissance maxima. Le critère d'une telle direction, absence des plans réticulaires conjugués comme faces cristallines, a été vérifié dans la mesure où nous avons pu disposer de monocristaux (Ni_2B, Fe_2P, Co_2P).

Dans certaines structures un axe cristallographique se place selon l'axe du fil cémenté. Or, la densité de courant, plus forte vers l'extrémité du fil, dirigée vers l'anode, produit un gradient de concentration d'apport de matière, décroissant de l'extrémité vers la base du fil. Nous pensons que l'axe cristallographique se plaçant suivant le gradient de concentration d'apport de matière, donc suivant l'axe du fil est la direction de vitesse de croissance minima. Cette hypothèse, que le parallélisme existant entre les directions d'apport de matière et celles de vitesse de croissance rend plausible, implique un développement préférentiel des plans conjugués aux directions de vitesse de croissance minima. C'est ce qui a été vérifié sur des monocristaux préparés synthétiquement [Fe_2As cristallise en plaquettes de plan (001); Fe_2P forme des aiguilles hexagonales, limitées par des plans (100)].

Les orientations signalées ici correspondent à des structures fortement anisotropes, contenant donc des directions de vitesse de croissance à maximums ou minimums prononcés. Aucune orientation par contre n'a été décelée : *a*. dans les structures à symétrie élevée (quasi-isotropes) telles que Fe_3Si, FeSi (cubiques) et Mo_2B_5 (hexagonal); *b*. dans les structures anisotropes précédées d'une structure cubique ($FeSi_2$, NiAs) et *c*. dans les structures anisotropes précédées de structures orientées (FeP, CoP, FeAs). Quant à *b* et *c* il y a lieu de penser que les atomes (métalliques et métalloïdiques)

---

de combinaisons préexistantes. Les quelques orientations obtenues par réaction signalées jusqu'ici, sont des épitaxies [Exemples : croissance de FeO et Fe_3O_4 sur Fe (R. F. Mehl, E. L. Mc Candles et F. N. Rhines, *Nature*, **134**, 1934, p. 1009); dissociation de CO_3Zn en ZnO orienté (J. A. Rose, *Thèse* Paris, 1948)],

(²) Thèse de P. Blum, soutenue à Grenoble le 11 janvier 1951.

(³) Fils tréfilés; frittés; taillés dans la masse; surfaces polies; frittées.

(⁴) Ainsi par exemple les atomes de métalloïde dans Fe_2B, FeB, NiB, Co_2Si forment des chaînes suivant l'axe *c* qui se place suivant la normale à la surface cémentée.

(⁵) *Z. f. Phys.* **24**, 1924, p. 121.

sont déjà en « place » en quelque sorte et qu'un réarrangement ne peut avoir lieu que si les atomes de métalloïde sont assez petits pour diffuser facilement. Effectivement FeB qui se forme sur Fe_2B orienté est orienté, le rayon de B étant faible devant celui de Fe, tandis que FeP ne s'oriente pas sur Fe_2P, les rayons de Fe et P étant comparables.

Les orientations perpendiculaires à la surface ne sont pas spécifiques de l'électrolyse ignée, tout en y étant particulièrement marquées. On constate encore une orientation préférentielle dans les réactions par contact entre solides, par exemple en borurant une surface plane de fer par contact avec du bore amorphe, de sorte qu'aux résultats obtenus il conviendrait d'attribuer plus de généralité.

Composés.	Groupe d'espace.		Axe cristallographique ⊥ à la surface.	Axe cristallographique ‖ à l'axe du fil.
Fe_2B, Co_2B, Ni_2B	D_{4h}^{18} — $I4/mcm$	quadr.	[001]	–
MoB	D_{4h}^{19} — $I4/amd$	»	[110]	–
Fe_2As	D_{4h}^{7} — $P4/nmm$	»	–	[001]
Fe_2P, Ni_2P	D_{3}^{2} — C32	hex.	[0001]	[11$\bar{2}$0]
FeB, CoB	D_{2h}^{16} — $Pbnm$	orthorh.	[001]	[100]
Co_2Si	D_{2h}^{16} — $Pbnm$	»	[001]	–
Co_2P	D_{2h}^{16} — $Pnma$	»	[001]	–
NiB	D_{2h}^{17} — $Cmcm$	»	[001]	–

PÉTROGRAPHIE. — *Fusion de roches acides au four solaire et recristallisation par recuit.* Note de MM. **Marcel Roubault** et **Joseph Bolfa** présentée par M. Charles Jacob.

De nombreux expérimentateurs ont essayé de reproduire, par recuit de roches fondues, la plupart des *roches basiques* telles qu'on les trouve dans les laves volcaniques et même les diabases, les dolérites à structure ophitique ou les lherzolites (James Hall, Gregory Watt, Daubrée, Fouqué et Aug. Michel-Lévy) (1).

M. Portevin (2) a étudié depuis le phénomène de fusion du basalte. Il a constaté, en particulier, que l'élévation de température à l'état liquide, de même que la prolongation de chauffage à cet état, *en détruisant les germes de cristallisation*, réduisent l'aptitude à la cristallisation; inversement, on peut l'accroître par l'introduction d'éléments cristallisants dans la masse fondue. En particulier, les cristaux non fondus agissent comme centre de cristallisation.

---

(1) *Synthèse des minéraux et des roches*, 1882, Masson, éditeur, Paris.

(2) *Mém. Soc. Ing. Civils de France*, 1928.

Nous avons repris les mêmes expériences, mais *avec des roches acides.* A cet effet, nous avons soumis à la fusion trois types de roches provenant de la Kabylie de Collo (Province de Constantine-Algérie) et étudiées par l'un de nous : rhyolite, granulite gneissique, granite monzonitique (³). Ces roches ont une teneur en silice de l'ordre de 75 % et ont à peu près les mêmes paramètres magmatiques. Afin d'avoir la certitude de la destruction de tous les germes de cristallisation, nous avons fondu ces roches au four solaire du C. N. R. S. à Mont-Louis (Pyrénées-Orientales). On sait (⁴) que grâce à la concentration de l'énergie solaire par miroirs, on peut atteindre des températures au moins de l'ordre de 3 000° C.

Un fragment de la roche soutenu par un dispositif approprié est progressivement monté vers le foyer du miroir (⁵); après quelques secondes, il se produit la fusion à l'impact en même temps qu'un important dégagement de fumées.

Après refroidissement à la température ambiante, la masse fondue reste sous la forme d'un verre transparent, incolore dans le cas de la rhyolite et de la granulite gneissique, noir dans le cas du granite monzonitique étudié.

L'examen au microscope polarisant en lames minces de ces « verres » non recuits, entre nicols croisés, révèle l'existence dans la masse de quelques très fins sphérolites anisotropes. Au refroidissement, il s'est donc produit un léger début de dévitrification.

Nous avons soumis ces « verres » à des recuits pendant deux mois à la température de 850° C et à la pression ordinaire. Nous avons constaté un accroissement très net de la cristallisation avec apparition d'un véritable treillissage constitué par des bandes anisotropes de faible biréfringence (inférieure au quartz), ces bandes ayant une extinction droite. Les critères microscopiques sont ceux de la *cristobalite*; l'identification a été confirmée par un spectre de poudre aux rayons X (raie Kα du cuivre).

Ces premières expériences seront suivies de nouveaux essais au cours du prochain été; dès maintenant, on remarquera que la forme de silice obtenue, la cristobalite, n'est pas normalement stable à la température de recuit du verre (850° C).

Ce résultat, obtenu par simple recuit d'un verre à température inférieure de plusieurs centaines de degré à sa température de fusion et à la pression

---

(³) M. ROUBAULT, *Bull. Serv. carte géologique Algérie*, 2ᵉ série, nº 10.

(⁴) TROMBE, *Les hautes températures et leur utilisation en chimie*, Masson, Paris, 1950, p. 158-197.

(⁵) Nous rappelons que dans l'emploi du four solaire la chaleur se trouve concentrée dans un volume réduit et que dans ces conditions c'est, en fait, une partie de la matière même en expérience qui sert de creuset.

atmosphérique, doit être comparé à la synthèse de la cristobalite réalisée par J. Wyart [6] à température également basse, mais dans des conditions fondamentalement différentes, sous pression et en présence de l'eau. Il apporte une nouvelle justification aux remarques de R. Perrin et de l'un d'entre nous [7] au sujet de l'interprétation des expériences de J. Wyart pour la connaissance des problèmes posés par la genèse des roches acides.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la présence et les conditions de gisement d'argiles* mégalumineuses *dans le Sidérolithique du Bassin d'Aquitaine.* Note de M. **Antonin Lanquine** et Mlle **Louise Halm**, présentée par M. Albert Michel-Lévy.

Parmi les diverses argiles du Sidérolithique du Bassin d'Aquitaine, dont l'un de nous (A. L.) a observé la plupart des gisements, depuis la Double jusqu'au bord du Quercy, quelques variétés, particulièrement compactes, ont retenu notre attention. Il s'agit d'argiles dures que nous avons examinées sur le front de deux extractions, situées au Sud-Est de Jonzac.

Le premier gîte se trouve au lieu dit « Fossé Jaune », au voisinage de Bran (Charente-Maritime). Sous une masse de sables gras (épaisseur 2,50 m) et d'argiles blanchâtres (épaisseur 8 m) dont la plus riche en Al_2O_3 titre 39 %, apparaît, sur 2 à 2,50 m de haut, une roche résistante blanche, sèche, à cassure conchoïdale. Un examen attentif révèle son aspect concrétionné en blocs grossièrement parallélépipédiques, plus ou moins jointifs ou englobés dans un fond de même nature. Des sondages ont établi la continuité de cette assise jusqu'à 10 m de profondeur. L'ensemble sablo-argileux couvre, ici, les calcaires et marnes du Campanien supérieur.

Le second gîte se place au lieu dit « Ferrières », à 4 km au Sud de Montguyon (Charente-Maritime). Le substratum demeure le même Néocrétacé, mais la succession argileuse qu'il supporte est plus complexe. Sous une couverture de sables et de galets, des couches d'argile, assez siliceuse au sommet, surmontent une masse d'argile blanche titrant 37 à 38 % d'Al_2O_3. A l'intérieur de cette masse, et vers sa base, s'intercale une veine d'argile beige-grisâtre, de contours sinueux, qui englobe des nodules ovoïdes, durs, blancs et secs, dont l'aspect lithologique rappelle les concrétions de Bran. La veine en question est surmontée par quelques couches ligniteuses feuilletées.

Dans les deux cas, on se trouve en présence de formations sporadiques d'une argile particulièrement dure, qu'on peut qualifier de *mégalumineuse*, sa teneur en Al_2O_3 étant bien supérieure à celle des argiles kaolinitiques considérées comme les plus riches.

---

(6) *Bull. Soc. Fr. Min.*, **66**, 1943, p. 479.

(7) R. Perrin et M. Roubault, *Bull. Soc. Fr. Min.*, **68**, 1945, p. 287.

Précisément, l'une de nous (L. H.), qui poursuit des recherches sur les argiles bauxitiques ([1]), a pu dégager les caractères chimiques et physiques des roches en question.

Les analyses chimiques figurant au tableau ci-dessous mettent en évidence une teneur en alumine allant de 40 à 48,5 %, ainsi qu'une perte au feu très supérieure à celle de la kaolinite. On notera le faible pourcentage d'impuretés habituelles (Fe_2O_3, CaO, MgO, alcalis).

	Carrière de Bran.			Carrière de Ferrières.		
	Nodule.	Nodule.	Nodule.	Nodule.	Nodule.	Argile entourant les nodules.
Perte au rouge	16,82	17,39	18,82	16,69	19,51	21,35
» SiO_2	37,72	36,05	31,14	41,38	32,97	32,65
» TiO_2	1,89	1,62	1,34	traces	traces	0,47
» Al_2O_3	42,42	43,73	48,13	40,27	47,45	44,51
» Fe_2O_3	0,73	0,69	0,57	0,78	0,11	0,59
» CaO	0,12	0,13	0,05	0,12	0,06	0,07
» MgO	traces	traces	traces	0,05	néant	traces
» $Na_2O + K_2O$	0,40	0,44	0,31	0,56	0,25	0,85

Les analyses thermiques différentielles donnent des courbes caractéristiques de la kaolinite, accompagnée de gibbsite AL_2O_3, $3H_2O$.

Au microscope polarisant, la gibbsite se présente en petits amas localisés (qui, à la cuisson, cristallisent nettement en corindon), au sein d'une masse kaolinitique d'une finesse exceptionnelle.

Des radiogrammes de spectres aux rayons X apportent encore une confirmation (kaolinite + gibbsite).

Il s'agit donc d'argiles à gibbsite se rattachant à la catégorie des argiles bauxitiques et dont l'existence, à notre connaissance, n'avait pas encore été signalée dans la région des Charentes, parmi les formations sidérolithiques.

Du point de vue des conditions de gisement, on remarque une grande analogie entre les points observés. On sait que Henri Schœller assimile à des formations détritiques de piedmont le Sidérolithique du Lot et du Lot-et-Garonne ([2]). Or, l'intensité du ruissellement et des remaniements successifs qu'il a entraînés dans les dépressions proches du Massif Central, relativement atténués, d'ailleurs, à Ferrières et à Bran, semble s'être exercée surtout au-dessus des couches à nodules. Faut-il voir dans l'enrichissement en alumine des concrétions de Bran et de Ferrières, une ébauche de latéritisation ayant précédé les phénomènes de stratification capricieuse du Sidérolithique?

([1]) *Cf.* Louise Halm, *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 1156-1158.

([2]) *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, **43**, n° **206**, 1941, 7 figures, p. 1-17.

Convient-il d'attribuer à une stagnation relative d'eaux acides, au début de cette sédimentation, ou à une circulation souterraine de ces mêmes eaux après sédimentation, la formation localisée des amas en question ? De toute manière, il s'agit de concentrations exceptionnelles d'éléments kaolinitiques extrêmement fins, contenant du trihydrate d'alumine.

HYDROLOGIE. — *Une remarque sur l'Hydrologie de Lascaux.*

Note (*) de M. **Berend-George Escher**, transmise par M. Paul Fourmarier.

Dans son article très important « Oui, Lascaux est authentique », l'abbé H. Breuil [1] attire l'attention sur une couche de travertin « d'une blancheur de neige, à cuvette barrée de gours » dans la grande salle (salle des taureaux) de la grotte de Lascaux près de Montignac en Dordogne. Il attribue ce dépôt de travertin à un ruisseau temporaire. Or au-dessus de la grande salle se trouvent seulement quelques mètres de calcaire et il semble impossible qu'un ruisseau ayant parcouru un si court trajet dans le calcaire se soit saturé de carbonate de chaux au point de pouvoir déposer du travertin.

Ici se pose une difficulté d'hydrogéologie. Comment est-il possible d'expliquer un dépôt de travertin dans une grotte à quelques mètres au-dessous de la surface ?

La seule explication que je puisse concevoir est la formation du dépôt par des sources ascendantes. Cependant il ne peut être question de sources ordinaires où l'eau monte par pression hydrostatique, car le calcaire est trop fissuré pour que la nappe aquifère puisse avoir un exutoire dans le niveau le plus élevé de la grotte. Il me semble qu'on devrait plutôt penser au mécanisme du « gas-lift » (montée de gaz), qu'on connaît surtout par les sondages au pétrole. Le principe de ce type de sources est le suivant (J. Versluys, 1928, 1931, 1932) [2], [3], [4] :

Dans un tuyau vertical par lequel s'échappe une solution de gaz dans un liquide, par exemple du méthane dissous dans du pétrole, ou bien de l'eau carbogazeuse, le gaz commence à s'échapper du liquide dès que la pression hydrostatique n'est plus assez grande pour tenir le gaz en solution.

(*) Séance du 16 avril 1951.

[1] *Oui, Lascaux est authentique* (*Les Nouvelles Littéraires, Artistiques et Scientifiques*, n° **1180**, 1950, Larousse, Paris.

[2] J. Versluys, *De werking van de gaslift* (*De Ingenieur*, **43**. Jaarg. n° **37**, 1928, p. M 63-M 70).

[3] J. Versluys, *De oorzaak der fluctuatie bij heete en gasvormige bronnen* (*De Ingenieur*, **46**, Jaarg. n° **8**, 1931, p. M 17-M 24).

[4] J. Versluys, *The cause of fluctuations in rising mixtures of gas and liquid* (*Journal of Rheology*, **3**, 1932, p. 1-15).

A ce moment des bulles de gaz se séparent et il se forme un mélange de bulles de gaz et de liquide (écume), et parfois, plus haut dans le même conduit, un mélange de petites gouttes dans le gaz (brouillard). Le gaz, s'échappant vers le haut, entraîne le liquide par une action de friction et aussi parce que les bulles, en montant, se dilatent. Comme la vitesse du courant gazeux croît de bas en haut, ce courant entraîne, au-dessus de la surface, des gouttelettes de liquide et les empêche de retomber.

Si l'on n'a pas affaire à un tuyau de diamètre constant, la section transversale règle la nature du mélange montant, soit à l'état d'écume, soit à l'état de brouillard. Une augmentation locale du diamètre d'un canal naturel à section transversale irrégulière, plus ou moins vertical, pourra changer l'état de brouillard en état d'écume. La transition de l'un de ces deux états dans l'autre doit se faire par la présence de lambeaux d'écume dans un milieu à l'état de brouillard et vice versa.

La hauteur à laquelle le mélange de gaz et de liquide peut monter, dépend de la pression initiale du gaz dissous dans le liquide et du diamètre du conduit. Dans l'exploitation du pétrole, quand la pression du gaz diminue au point que le pétrole ne sort plus de l'orifice, on descend dans le puits un tuyau à diamètre moindre avec un entonnoir renversé à la base, et la sonde recommence à produire.

Il y a une vingtaine d'années, j'ai attribué (5) la formation des monticules de travertin de Koeripan à Java au mécanisme du « gas-lift », parce qu'il se trouve des sources jaillissant simultanément aux sommets de ces édifices à diverses hauteurs, par exemple à 7 et à 20 mètres au-dessus de la surface des rizières, dans lesquelles s'élèvent ces collines remarquables. Dans ce cas le gaz est surtout de l'acide carbonique, qui doit être attribué aux volcans voisins. Le sommet du volcan Salak se trouve à 30 km de Koeripan. Le carbonate de chaux provient des couches calcaires du sous-sol. On ne pourrait expliquer deux sources jaillissantes simultanées, tout près l'une de l'autre, à des hauteurs si différentes par simple pression hydrostatique.

Pour en revenir à Lascaux, on pourrait imaginer un conduit naturel dans le calcaire rempli d'eau au-dessous de la nappe phréatique, à une place où s'échappe de l'acide carbonique. Un élargissement en forme d'entonnoir renversé à l'extrémité inférieure de ce conduit permettrait l'accumulation d'une quantité suffisante de gaz. Ce conduit ne devrait pas être en communication avec le réseau complexe des galeries et grottes existant dans le calcaire. Il est certes permis de concevoir qu'une telle disposition puisse être réalisée pendant un certain laps de temps; ce serait

---

(5) B. G. ESCHER, *De travertijnheuvels van Koeripan* (*Tropisch Nederland*, 17, 1932, nos 13 et 14, De Bussy, Amsterdam).

un engin temporaire, parce qu'il semble bien probable que ce conduit serait mis, à la longue, en communication avec le réseau existant.

Reste la question de savoir s'il est permis de supposer en cet endroit des venues de gaz carbonique. Les grandes poches dans le calcaire du Santonien, remplies de sable de quartz et de kaolin en Dordogne, près des Eyzies, nous donnent à penser que la réponse peut être affirmative. Ce kaolin s'est formé, sous l'influence d'eau carbogazeuse, aux dépens de grains de feldspath, provenant du Plateau Central et transportés pendant la période éocène (H. Schoeller, 1941) (6).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'action comparée de l'acide α-naphtylvinylacétique et de l'acide α-naphtalèneacétique sur les cultures de tissus de Topinambour et de Carotte.* Note (*) de MM. **Robert Bouriquet** et **Charles Mentzer**, présentée par M. Roger Heim.

L'acide α-naphtylvinylacétique possède une activité excito-formatrice un peu supérieure à celle de l'acide naphtylacétique aux doses optimales; pour des doses inférieures cette action est plus faible. Enfin, pour des doses plus fortes, la toxicité est plus marquée.

Au cours des recherches antérieures sur les relations entre la structure chimique et l'action phyto-hormonale, l'un de nous a préparé l'acide (α-naphtyl)-4-Δ-3-buténoïque ou acide α-naphtylvinylacétique (A) qui peut être considéré comme un homologue vinylé de l'acide α-naphtalèneacétique (B). Il a pu être ainsi observé que le composé A inhibe fortement la germination de certaines graines, mais ne présente pas apparemment de propriétés phyto-hormonales (1) analogues à celles signalées par Gautheret pour l'acide α-naphtalèneacétique (2). On pouvait cependant critiquer les résultats obtenus, en raison de la nature des tests utilisés. En effet quand on s'adresse à des plantules comme c'était le cas dans ces expériences, les corrélations organiques peuvent masquer l'action hormonale. Pour cette raison il nous a semblé intéressant d'avoir recours à la méthode des cultures de tissus, qui permet de détecter très aisément les propriétés stimulantes des substances introduites directement dans le milieu de culture.

Nos expériences ont consisté à cultiver sur des milieux additionnés de diverses doses d'acide α-naphtalèneacétique ou d'acide α-naphtylvinylacétique

(6) H. Schoeller, *Étude sur le sidérolithique du Lot et du Lot-et-Garonne* (*Bull. Carte géol. de la France*, 43, n° 206, 1941).

(*) Séance du 16 avril 1951.

(1) C. Mentzer, *Bull. Soc. Chimie biol.*, 30, 1948, p. 384-396.

(2) R. J. Gautheret, *Rev. Cyto. et Cytophysiologie végétales*, 6, 1943, p. 85-180.

(10^{-8} à 10^{-4}) des fragments de tissus provenant de rhizomes de Topinambour ou de la souche de tissus de Carotte isolée en 1937 par Gautheret. Les fragments furent pesés au moment de leur prélèvement puis en fin de culture, afin de déterminer leur accroissement.

$CH{=}CH{-}CH_2{-}COOH$

(A)
Acide α-naphtyl 4-Δ-3-buténoïque.
Acide naphtylvinylacétique.

$CH_2{-}COOH$

(B)
Acide α-naphtalèneacétique.

Ces essais nous ont fourni les résultats suivants :

1° *Tissus de Topinambour.* — L'acide α-naphtylvinylacétique a manifesté des propriétés excito-formatrices inférieures à celles de l'acide naphtalène-acétique dans le cas de faibles doses (*fig.* 1). Par contre pour la dose optimale

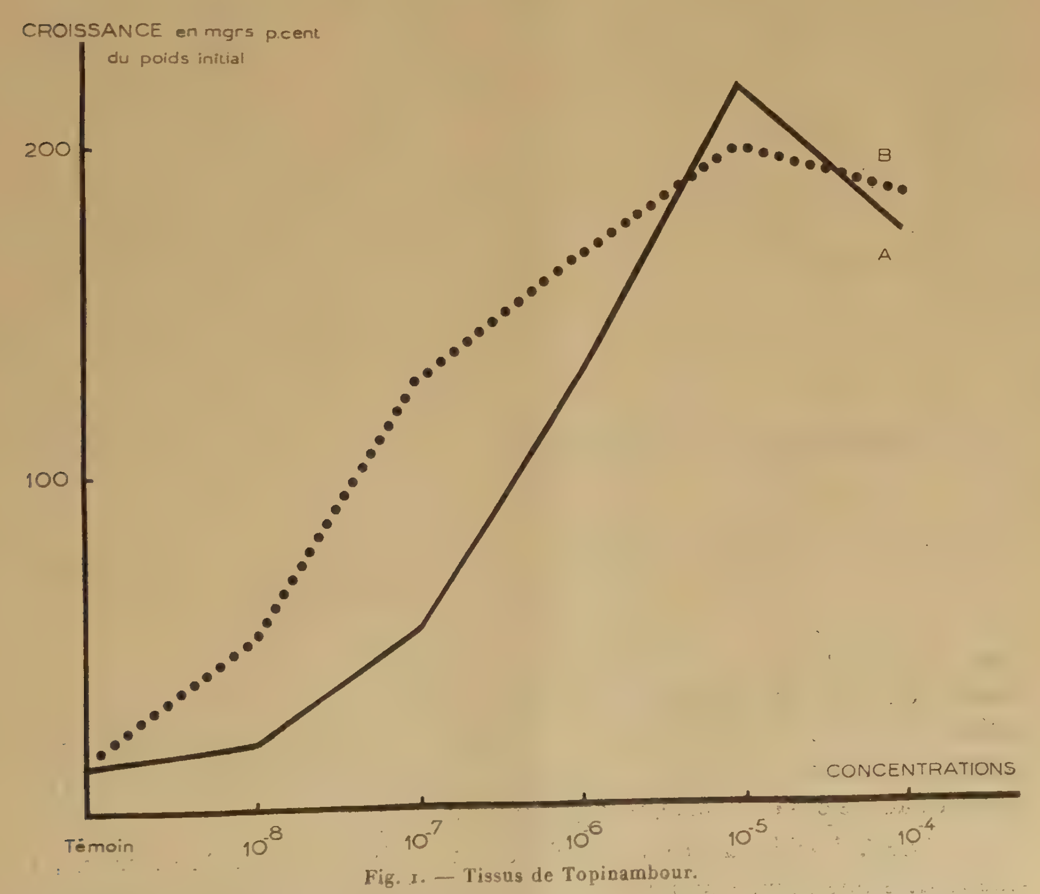


Fig. 1. — Tissus de Topinambour.

Courbes résumant l'action comparée de l'acide α-naphtylvinylacétique (A) et de l'acide-α-naphtalène-acétique (B) sur la prolifération de tissus cultivés *in vitro*.

qui était la même dans le cas des deux substances, nous avons constaté que l'action stimulante de l'acide α-naphtylvinylacétique dépassait légèrement celle de l'acide naphtalèneacétique. Le rapport de l'activité stimulante des deux substances s'inversait si l'on dépassait l'optimum.

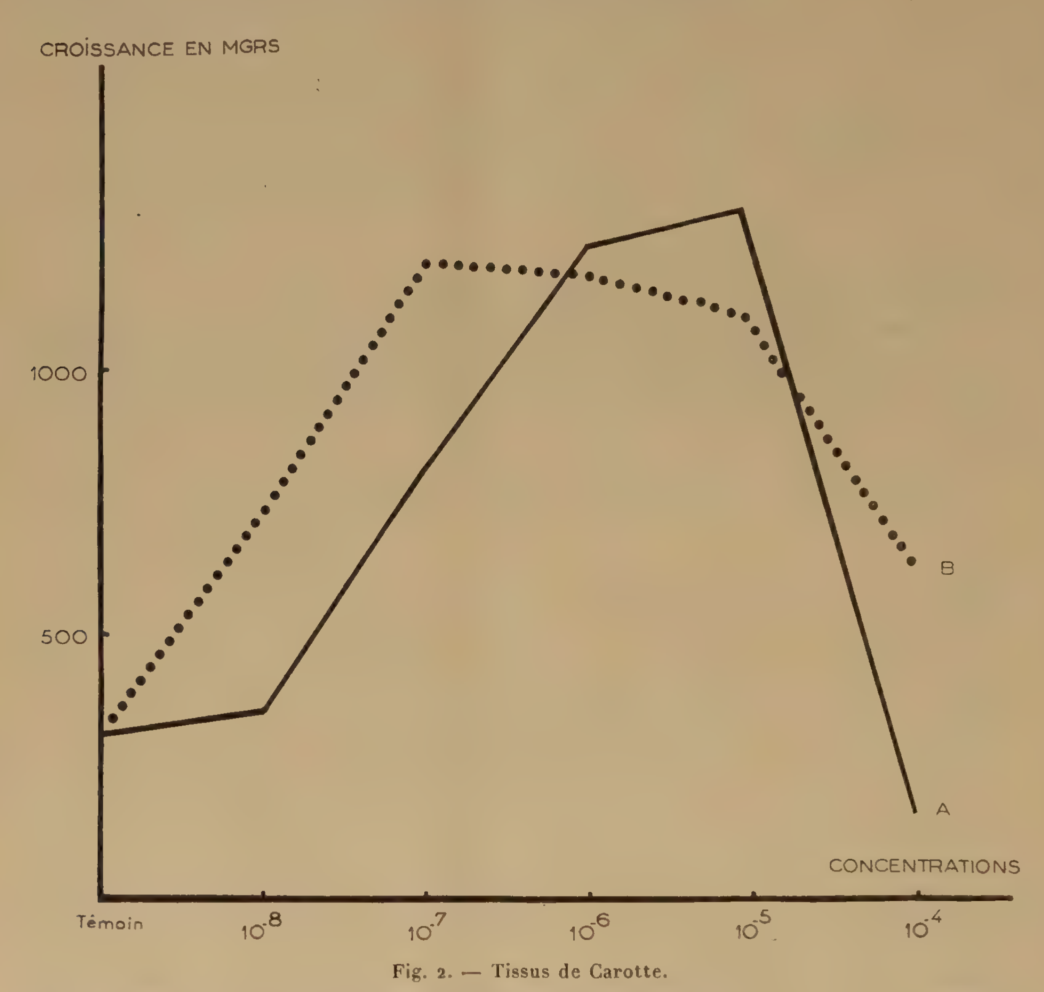


Fig. 2. — Tissus de Carotte.

Courbes résumant l'action comparée de l'acide α-naphtylvynilacétique (A) et de l'acide α-naphtalène-acétique (B) sur la prolifération de tissus cultivés *in vitro*.

2° *Tissus de Carotte.* — L'expérience réalisée sur une souche de tissus de Carotte a fourni des résultats analogues (*fig.* 2). Toutefois la concentration optimale fut plus élevée pour l'acide α-naphtylvinylacétique que pour l'acide naphtalèneacétique : en outre à la dose de 10^{-4} les cultures furent intoxiquées surtout dans le cas de l'acide α-naphtylvinylacétique.

En résumé, l'acide α-naphtylvinylacétique présente les mêmes propriétés stimulantes que l'acide naphtalèneacétique ; à faible dose, son activité est un peu moindre ; par contre, à forte dose il est plus actif.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Évolution du manganèse dans les différents organes de Pomme de terre*. Note de M. **Yves Coïc** et Mlle **Ghislaine de Baisse**, présentée par M. Albert Demolon.

Les tubercules de semence (variété Binch.) ont été plantés dans un terrain homogène de pH 6,8, où avait été enfoui un mélange de superphosphate, chlorure de potassium, sulfate d'ammoniaque et sulfate de manganèse (50 kg SO_4Mn, 1 H_2O à l'hectare.) Les analyses effectuées ont donné les résultats suivants :

	Teneur en manganèse (mg par kg de M. S.).				Quantité contenue dans les organes végétatifs (mg pour 100 pieds).			
Prélèvements.	Feuilles.	Tiges.	Racines.	Stolons.	Feuilles.	Tiges.	Racines.	Stolons.
1er. 2 mai	54,5	37	87,5	–	3,55	3,6	5,0	–
2e. 16 »	102,5	57	94	43	69	13,5	9,5	2,3
3e. 30 »	81	56	85	41	179	40	10,7	2,3
4e. 21 juin	135	60	–	–	452	82	–	–
5e. 8 juillet ...	141	46	–	–	295	56	–	–
6e. 19 » ...	167	63	–	–	278	90	–	–

Manganèse dans 100 *pieds*. — Le germe formé pendant la conservation du tubercule de semence est riche en manganèse; toutefois, les germes de 100 tubercules ne renferment qu'une petite quantité de manganèse : 0,9 mg. Au début de la végétation, le tubercule de semence fournit du manganèse à la jeune plantule, mais celle-ci absorbe très vite le manganèse du sol, puisque 20 jours après plantation, et alors que les jeunes plantes issues de 100 tubercules n'ont encore que 220 g de matière sèche (feuilles + tiges + racines), l'ensemble tubercules mères et plantules contient deux fois et demie plus de Mn que n'en contenaient les tubercules mères.

Au début de la végétation (1er prélèvement), ce sont surtout les racines qui contiennent le plus de manganèse, en raison du fait que leur teneur est beaucoup plus élevée que celle des autres organes.

A partir de ce prélèvement, la quantité de manganèse absorbée augmente de plus en plus vite jusqu'au 4e prélèvement (21 juin). Alors ce sont surtout les feuilles qui contiennent la majeure partie du manganèse de la plante, d'une part parce que les feuilles sont, au point de vue poids, la partie principale du système végétatif, et, d'autre part, surtout parce que leur teneur en manganèse est très élevée. En conséquence, la variation du Mn total absorbé suit, grosso modo, celle du manganèse contenu dans les feuilles.

La baisse brutale du manganèse total pendant la période comprise entre le 21 juin et le 8 juillet pourrait s'expliquer par la perte de feuilles par détachement de la plante. (Il y a une chute brutale de la matière sèche des feuilles). En effet, l'on ne peut invoquer de lessivage par l'eau de pluie, puisqu'il n'a pas plu du 12 juin au 15 juillet.

Les tiges contiennent une quantité assez importante de manganèse, du fait que leur teneur est assez élevée, et leur poids non négligeable.

Il est difficile d'indiquer ce que contiennent exactement les racines.

Manganèse prélevé à l'hectare : La récolte a prélevé au minimum (le chiffre indiqué pour les racines étant un minimum), 252 g de manganèse à l'hectare, dont 44 g seulement sont exportés sous forme de tubercules.

Manganèse pour cent de matière sèche : La teneur en manganèse des feuilles est élevée et elle augmente très nettement au cours de la végétation, sauf pendant une période comprise entre le 2e (16 mai) et le 3e prélèvement (30 mai), où la matière sèche totale croît très fortement, plus que l'absorption du manganèse. En 14 jours, le poids de matière sèche des feuilles augmente 13 fois. On remarque la grande plasticité de la feuille, qui subit au maximum la charge de cette croissance active. En effet, la teneur des tiges, des stolons, des tubercules, diminue très peu et la teneur des racines décroît peu.

Les racines ont une forte teneur.

Le taux de manganèse des tiges est assez fort. Il a une tendance générale à s'accroître au cours de la végétation.

Les stolons ont une teneur un peu plus faible que celle des tiges, mais beaucoup plus forte que celle des tubercules.

La partie végétative ne cède aux tubercules qu'une fraction relativement faible du manganèse absorbé (1/6e dans notre expérience). Comme la masse des tubercules formés est très grande par rapport à la masse végétative, il en résulte que la teneur des tubercules en manganèse est relativement faible. Une autre conséquence est que la teneur du tubercule peut dépendre autant de la physiologie de la plante pendant l'année de végétation que de la quantité de manganèse absorbée; nous avons, par exemple, constaté que certains types de fumure, augmentant très fortement la quantité de manganèse absorbée, ne faisaient pas varier sensiblement la teneur en Mn du tubercule, bien que le poids de récolte ait peu varié.

Les variations de la teneur en manganèse du tubercule pendant sa formation sont relativement peu importantes. Le stolon donne naissance à un tubercule dont la teneur relativement forte, comparée à celle d'un tubercule bien développé, est très faible vis-à-vis de celle du stolon, par suite de la mise en réserve préférentielle de substances organiques.

Cette teneur diminue pour s'élever ensuite en fin de végétation. A la

récolte, c'est la partie médullaire du talon qui se trouve surtout enrichie par cet apport abondant de manganèse au tubercule en juillet.

Évolution de la teneur en Mn *du tubercule pendant sa formation.*

C, couronne; T, talon; c, partie corticale; m, partie médullaire.

	16 mai.	30 mai.	21 juin.	8 juillet.	19 juillet.	Récolte.
Matière sèche des tubercules de 100 pieds (en g)	163	2110	14700	18350	18150	19360
Mn (mg par kg de matière sèche)	7,8	5,65	C 5,2	C 5,3	C 6,1	C { c 5,1; m 4,5 }
			T 4,8	T 6,0	T 6,9	T { c 5,1; m 8,1 }

Toutefois, dans le cas où le sol est carencé en manganèse de telle façon que des symptômes de carence apparaissent sur les feuilles, le tubercule récolté est très pauvre en manganèse, et c'est le talon qui se trouve le plus déficient (C = 3,95, et T = 2,8 mg : kg).

HISTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'inexistence des initiales axiales dans la racine d'*Allium cepa *L.* (*Liliacées*). Note de MM. **Roger Buvat** et **Louis Genevès**, présentée par M. Raoul Combes.

Les prétendues « initiales apicales » des auteurs se divisent en réalité très rarement dans le méristème radiculaire d'*Allium cepa*. Les cellules qui construisent la racine sont plus loin de l'apex. Les régions ainsi définies rappellent respectivement la région apicale axiale et le méristème médulaire des tiges.

Le méristème apical des tiges des Angiospermes a fait l'objet de très nombreuses études depuis un siècle. Sa structure a été interprétée successivement de diverses manières et il n'est pas encore certain que nos conceptions actuelles sur ces points végétatifs soient tout à fait satisfaisantes. Il paraît cependant bien établi que l'apex des tiges ne renferme pas d'initiales axiales superposées, produisant respectivement des feuillets analogues à ceux que l'on reconnaît dans les racines : le plérome, le périblème, le dermatogène.

Mais, si cette idée des initiales a été abandonnée à propos des tiges, il n'en est pas de même pour les racines, où les trois feuillets se voient bien. Contrairement aux conceptions unicistes des anciens auteurs, de l'école de Van Tieghem par exemple, les données modernes conduisaient donc à attribuer des structures différentes, sans homologies, aux méristèmes apicaux des tiges et à ceux des racines.

Nous avons été conduits incidemment à étudier le fonctionnement du méristème des racines d'*Allium cepa*. Ces racines sont commodes, car leur axe est matérialisé par une colonne de cellules plus grandes que celles qui les

entourent. Dans une série de coupes longitudinales, il est donc possible de reconnaître celle qui est exactement axiale.

Sur cette coupe, la cellule apicale de la colonne centrale (*fig.* 1, marquée d'une croix) représente la cellule supérieure du groupe des initiales, si elles existent. Les initiales axiales seraient les cellules situées entre celle-ci et la coiffe (en grisé, *fig.* 1); il est donc aisé de repérer avec précision leur emplacement éventuel.

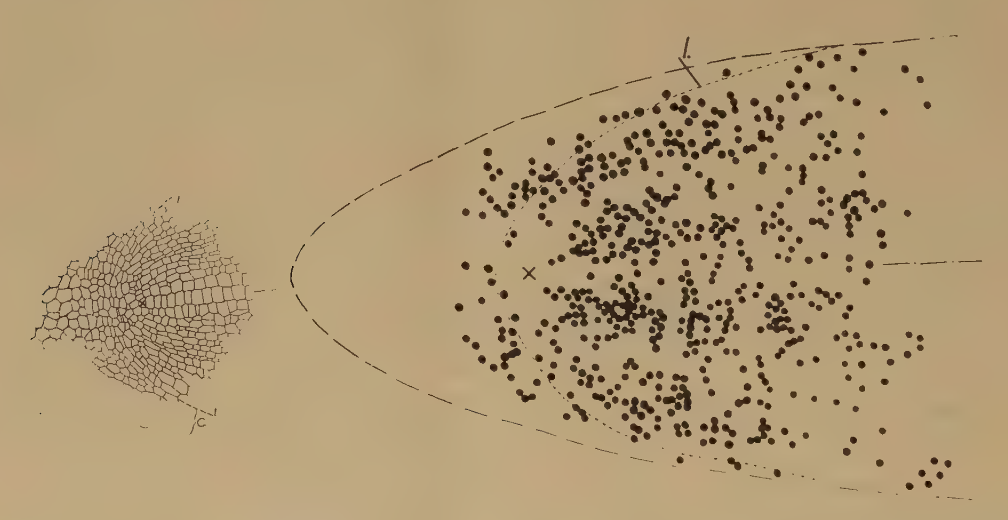


Fig. 1. — Région apicale axiale d'une racine d'*A. cepa*. En grisé : emplacement des initiales supposées.

Fig. 2. — Répartition statistique des mitoses dans le méristème apical. *c*, coiffe; *l*, limite approximative de la coiffe.

Au moyen de la chambre claire, nous avons relevé, sur les coupes axiales de vingt racines : 1° le contour de la coupe; 2° le lieu de la cellule extrême de la colonne axiale, marqué d'une croix; 3° les cellules en voie de mitose. Les dessins obtenus ont été reportés *tous sur le même calque*, en faisant coïncider : 1° les axes; 2° les croix représentant les cellules initiales supérieures. Cet artifice nous a permis d'obtenir, sous un aspect *statistique*, la répartition des mitoses dans le méristème (*fig.* 2). Il est aisé de constater l'absence de mitoses dans les cellules de la région apicale axiale. Les quelques mitoses que l'on risquerait d'y rencontrer en multipliant les observations n'ont, de toute évidence, *aucun rôle histogénétique*. Les cellules qui, par leur prolifération, construisent la racine, se trouvent en arrière de la région où l'on supposait l'existence d'initiales.

Cette région est constituée de cellules disposées en files, où les mitoses sont transversales, comme dans le méristème dit « *médullaire* » des tiges. Ce dispositif, qui assure la croissance en longueur, est donc réalisé presque identiquement dans les tiges et dans les racines.

L'inexistence d'initiales apicales à rôle histogène appréciable constitue une

autre analogie avec les méristèmes des tiges. A la place se trouvent des cellules douées d'une certaine permanence, *ne se divisant pratiquement pas*. Ceci n'amoindrit pas leur importance, car les racines ne paraissent pas pouvoir s'en passer, mais leur rôle physiologique reste inconnu, il est peut-être primordial pour la croissance et l'organisation de la jeune racine, notamment lorsque s'édifie l'embryon.

Ces résultats nous reconduisent donc vers des analogies possibles entre les deux types de méristèmes apicaux, mais elles sont tout autres que celles qui avaient été supposées par les anciens auteurs. Il reste à noter une différence irréductible : l'absence de l'anneau initial, dans les méristèmes radiculaires : elle va de pair avec l'absence d'organes à symétrie bilatérale sur les racines. Si, dans un méristème de tige, on supprime par la pensée l'anneau initial et ses productions, on n'est pas loin de retrouver la structure d'un méristème radiculaire.

GÉNÉTIQUE. — *Sur la méiose de quelques* Pogoregelia, Pogocyclus *et* Pogoregeliocyclus. III. *Hybrides réalisés à partir des* I. × Hoogiamac (*Cayeux*) = autosyndetica *et* × Ibmac (*V. Tubergen*). Note (*) de M. **Marc Simonet**, présentée par M. Louis Blaringhem.

De nouveaux hybrides complexes *Pogoregelia*, *Pogocyclus* et *Pogoregeliocyclus* issus des amphidiploïdes *autosyndetica* et *Ibmac* sont signalés et les études entreprises permettent d'observer la constance de comportements méiotiques déjà signalés chez d'autres hybrides; la conjugaison des chromosomes *Pogoniris* d'une part, *Regelia* et *Oncocyclus* d'autre part, correspondent à celle des mêmes chromosomes chez les hybrides *Pogoniris* et *Regeliocyclus*.

Les *I. autosyndetica* (*Pogoregelia*) à $2n = 46$ et *Ibmac* (*Pogocyclus*) à $2n = 44$ sont issus [1] d'espèces autotétraploïdes *Regelia* (*Hoogiana*, $n = 22$) et *Pogoniris* grands (*macrantha*, $n = 24$) ou d'une contribution ♀ équivalente, diploïde, *Oncocyclus* (*iberica*, $n = 10 \times 2$). Véritables amphidiploïdes, tous deux ont des gamètes avec un stock de chromosomes de chaque parent, soit deux garnitures différentes, c'est-à-dire respectivement $n = 23 (11 + 12)$ et $n = 22 (10 + 12)$.

De ces deux hybrides, nous avons obtenu avec des espèces *Pogoniris* (*chamæiris*, $n = 20$; *pumila*, $n = 16$; *macrantha*, $n = 24$) et *Regelia* (*Korolkowi violacea*, $n = 11$) de nouveaux *Pogoregelia*, *Pogocyclus* et *Pogoregeliocyclus* [2], dont la méiose sera décrite dans la Note actuelle.

Pogoregelia. — L'*I. chamæiris* × *autosyndetica* à $2n = 43$, montre à la

(*) Séance du 16 avril 1951.

(1) *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, 69, 1935, p. 178-212.

(2) *Proceed. VIIIe Intern. Congress Genetics*, 1949, Lund, p. 662.

première division de réduction, par cellule, une moyenne de 16,4 univalents, 10,7 bivalents, 1,5 trivalents, 0,09 tétravalents et 0,02 pentavalents, soit 26,4 éléments conjugués pour 12,3 configurations chromosomiques.

Pogocyclus. — L'*I. chamæiris* × *Ibmac* à $2n = 42$ a une conjugaison méiotique comportant en moyenne, par cellule : 16,1 univalents, 10,8 bivalents, 1,3 trivalents, 0,06 tétravalents et 0,02 pentavalents, c'est-à-dire 25,7 éléments conjugués pour 12,1 configurations.

L'*I. pumila* × *Ibmac* à $2n = 38$ présente à la MI par cellule, une moyenne de 20,4 univalents, 7,9 bivalents, 0,6 trivalents, soit 17,6 éléments conjugués pour 8,5 configurations.

Un recroisement : *I. macrantha* × *Ibmac* à $2\ n = 46$ a au même stade méiotique une moyenne, par cellule, de 17,0 univalents, 8,6 bivalents, 3,8 trivalents, 0,06 tétravalents, 0,02 pentavalents, c'est-à-dire 28,9 chromosomes conjugués pour 12,4 configurations.

Pogoregeliocyclus. — L'*I. Korolkowi violacea* × *Ibmac* à $2n = 33$ contient 3 stocks haploïdes différents (*Regelia*, *Oncocyclus* et *Pogoniris*); et l'on retrouve les anomalies méiotiques précédentes, c'est-à-dire en moyenne, par cellule : 15,5 univalents, 7,7 bivalents, 0,6 trivalents, 0,04 tétravalents et 0,04 pentavalents, soit 17,4 éléments conjugués pour 8,3 configurations.

Enfin l'*I. autosyndetica* × *Ibmac* à $2n = 45$ ne diffère du précédent que parce qu'il possède non plus un mais deux stocks de 12 chromosomes *macrantha*. Il y a relativement peu d'univalents, c'est-à-dire une moyenne, par cellule, de 2,1 univalents, 18,0 bivalents, 2,2 trivalents, 0,04 pentavalents, soit 42,8 chromosomes conjugués pour 20,2 configurations.

Ces analyses méiotiques précisent surtout des observations antérieures. On a déjà montré que si les génomes *Regelia* et *Oncocyclus* ont entre eux quelque affinité, ils n'en ont guère pour les chromosomes *Pogoniris*. Aussi les rares éléments *Regelia* et *Oncocyclus* qui peuvent parfois s'unir à ceux des *Pogoniris* expliquent que chez les hybrides actuels le nombre des chromosomes conjugués est très légèrement supérieur à celui noté chez les *Pogoniris* hybrides auxquels ils correspondent chromosomiquement.

Ainsi, chez les *I. chamaeiris* × *autosyndetica* et *chamaeiris* × *Ibmac* ce sont les 32 éléments *Pogoniris* (20 ♀ + 12 ♂) qui se conjuguent comme le font les chromosomes des hybrides à $2n = 32$ entre *Pogoniris* nains et grands (*I. chamaeiris* × *pallida*, en particulier) ([3]); et si le nombre des trivalents est moindre, il est remplacé par une proportion plus élevée de bivalents ce qui peut indiquer des différences chromosomiques d'ordre structural déjà connues entre *I. pallida* et *macrantha* ([4]). Des ponts de chromatine accompagnés de fragments sont également présents chez ces deux hybrides.

([3]) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1236.

([4]) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 650.

Chez l'*I. macrantha* × *Ibmac*, les éléments conjugués sont également *Pogoniris*, c'est-à-dire 3 garnitures de 12 chromosomes (24 ♀ + 12 ♂). Leur mode de conjonction est comparable à celui des 36 éléments des *Pogoniris* grands triploïdes (*loc. cit.*) et se retrouve chez un autre *Pogocyclus* à $2n = 46$ [5] : *Ricardi Leverrier* ($2n = 36$) × *iberica* ($n = 10$) qui présente les mêmes caractéristiques méiotiques, soit 29,3 éléments conjugués pour 12,3 configurations.

Par contre, chez l'*I. Korolkowi violacea* × *Ibmac* les chromosomes *Pogoniris* (12 ♂) restent inappariés, les éléments conjugués se rapportant à l'union des chromosomes *Regelia* et *Oncocyclus* (11 ♀ + 10 ♂) tout comme elle s'effectue chez l'*I.* × *Teucros* (V. Tubergen), un *Regeliocyclus* diploïde à $2n = 21$: c'est-à-dire, par cellule, une moyenne de 2,8 univalents, 7,6 bivalents, 0,9 trivalents et 0,06 tétravalents, soit 18,1 éléments conjugués pour 8,5 configurations.

Quant à l'*I. autosyndetica* × *Ibmac*, à cette même conjugaison allosyndétique *Regeliocyclus* (11 ♀ + 10 ♂), se superpose une union autosyndétique des deux stocks chromosomiques *Pogoniris* (12 ♀ + 12 ♂), ce qui explique le peu d'univalents observés et la bonne qualité du pollen qui en résulte (80 % de grains bien conformés).

Enfin chez l'*I. pumila* × *Ibmac*, le comportement noté correspond, d'une part à une conjugaison autosyndétique de 16 chromosomes *pumila* que l'on sait exister chez plusieurs hybrides *Pogoniris* (*loc. cit.*), d'autre part à une asyndèse des éléments *iberica* (10 ♂) et *macrantha* (12 ♂) comparable à celle des *Pogocyclus* diploïdes à $2n = 22$ [6].

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le rôle du CO_2 dans l'acidité des eaux des tourbières à Sphaignes.* Note de M. **Serge Villeret**, présentée par M. Roger Heim.

La détermination du pH des eaux est une des opérations les plus fréquemment réalisées par les chercheurs qui s'intéressent à la biologie de ces milieux. Mais sous son apparente simplicité, cette notion de pH cache une grande complexité, car l'acidité actuelle d'une eau est la résultante de l'action d'ensemble de nombreux facteurs, et la méconnaissance de ces facteurs, sinon totale, du moins partielle, peut conduire à des hypothèses hasardées ou même à des conclusions erronées. Il semble que la question du pH des eaux de tourbières acides soit ainsi l'un de ces problèmes dont les données, pas toujours nettement précisées, ont conduit à des solutions provisoires. Si tous les chercheurs ont relevé dans les tourbières à Sphaignes des pH allant de 6 à 4 et même moins pour l'eau d'expression

(5) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 894.
(6) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1544.

des Sphaignes, la cause de cette acidité a été rapportée à l'existence, soit d'acides humiques hypothétiques, soit de traces à l'état libre d'acides sulfurique, phosphorique, oxalique, propionique, malique, etc., ou encore à des phénomènes d'adsorption des bases par les colloïdes humiques et les Sphaignes elles-mêmes (1), (2). Plus récemment, J. Ramaut et M. Bouillenne (3) ont isolé de *Sphagnum recurvum*, après de nombreuses expériences montrant l'acidification de différents milieux naturels ou artificiels en présence de cette Sphaigne, un acide organique qui, pour eux, interviendrait dans l'acidité des eaux tourbeuses. Enfin, certains auteurs ont pensé au rôle du CO_2, mais si dans les lacs pauvres en bicarbonate et en carbonate de Ca, du Wisconsin par exemple, Juday, Birge et Meloche (4) entre autres, trouvent une relation entre le pH des eaux superficielles et leur concentration en CO_2 et en bicarbonates, Åberg et Rhode (5) pensent que dans les cas extrêmes des eaux des tourbières acides, l'acide carbonique (et, partant, le CO_2) paraît être sans signification quant au pH de ces eaux. D'ailleurs, M. K. Strøm (6) se basant sur le fait qu'au sein d'une population algale en vive assimilation chlorophyllienne, il n'y avait pas, dans un tel milieu, élévation du pH comme l'utilisation du CO_2 semblerait le suggérer (et l'on sait que l'assimilation chlorophyllienne alcalinise certains milieux, c'est une expérience classique sur la photosynthèse), conclut que le CO_2 n'intervient pas dans l'établissement du bas pH de ces eaux acides.

Sans rejeter les hypothèses et les résultats précédemment rapportés, nous voudrions exposer quelques résultats d'expériences qui montrent le rôle du CO_2 dans l'établissement des bas pH des eaux liées aux tourbières à Sphaignes. Les mesures ont été effectuées en six stations différentes : trois d'entre elles correspondent à des tourbières en activité, où sur un substratum tourbeux de 60 à 80 cm d'épaisseur prospèrent *Sphagnum cymbifolium*, *S. auriculatum*, *S. subnitens*; deux autres stations correspondent à la frange à *Sphagnum cymbifolium*, *S. inundatum*, *Scirpus fluitans* et *Elodes palustris* de mares tourbeuses, enfin la sixième se situe en avant de cette frange, dans l'eau libre d'une mare plus ou moins encombrée de *Potamogeton polygonifolius*.

Les mesures suivantes ont été effectuées :

Analyse chimique de l'eau portant sur les matières minérales : Si, Fe, Al, Ca, Mg, Na, K, sur le taux de carbonates, bicarbonates, CO_2, sulfates, chlorures, NH_3 et sur la détection des acides volatils organiques, acides formique et acétique.

---

(1) O. Harnisch, *Die Biologie der Moore, in Die Binnengewässer*, Bd VII, 1929, p. 62.
(2) F. Ruttner, *Grundriss der Limnologie*, 1940, p. 136.
(3) *VIIe Cong. intern. Bot. Stockholm*, 1950.
(4) *Trans. Wisc. Acad. Sc. et Let.*, 29, 1935.
(5) *Symb. Bot. Upsal.*, 3, 1942, p. 218-229.
(6) *Norske videnskaps Akad. i Oslo*, 1. Klasse, 1926, p. 6.

Détermination du pH par colorimétrie ou potentiométrie.

Enfin, au laboratoire, on a étudié les variations du pH des eaux de ces stations, après les avoir privées du CO_2 qu'elles renfermaient, par barbotage d'un courant d'air privé de gaz carbonique, ou d'un courant d'azote ou d'hydrogène.

De ces expériences se dégagent les faits suivants : nos eaux sont très peu minéralisées et particulièrement pauvres en CaO, en moyenne 5 mg : l. Elles ne sont pratiquement pas tamponnées et de faibles quantités d'acides suffisent à leur communiquer leur pH caractéristique. Or, le CO_2 peut, expérimentalement, produire de tels pH et l'analyse chimique montre que les eaux étudiées renferment toujours du CO_2 en quantités suffisantes pour expliquer leur acidité. Ainsi, au laboratoire, par barbotage comme précédemment indiqué, on voit le pH initial de 5,2 ou 4,8 par exemple s'élever à 7,0 ou 7,2, tandis que si du CO_2 est redissous dans l'eau ainsi traitée, le pH s'abaisse à 5,0 ou 4,6 et même 4,0. Nous n'avons pas pu, d'autre part, déceler la présence d'autres acides volatils et le fait que les eaux privées de CO_2 voient leur pH se situer à la neutralité indique qu'elles ne renferment pas d'acides fixes comme l'acide sulfurique. Il apparaît donc que le CO_2 intervient dans l'établissement des bas pH des eaux que nous étudions et qui présentent tous les caractères des eaux dystrophes des tourbières à Sphaignes. L'objection de Ström, qui admet implicitement que les Algues, en vive assimilation dans ces milieux, utilisent complètement le CO_2 dissous, ne saurait être retenue, car l'expérience nous a montré que dans des touffes de Sphaignes, dans des paquets de *Spirogyra* ou de *Mougeotia* qui sursaturent grandement l'eau en oxygène, il y a toujours du CO_2 dissous dans l'eau. Cette présence est liée à une production de gaz carbonique extrêmement importante à partir de la vase humique et des débris végétaux, sous l'influence de processus fermentaires.

Ainsi, tout en reconnaissant la complexité que recouvre la notion du pH dans ces eaux, nous pensons que le gaz carbonique dissous joue un rôle déterminant dans l'établissement des pH acides des eaux des tourbières à Sphaignes.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une particularité fonctionnelle des exsudats racinaires de certains végétaux.* Note de M[lle] **Yvette Becker** et M. **Lucien Guyot**, présentée par M. Roger Heim.

Les exsudats racinaires de certains végétaux inhibent la germination des graines et la croissance des plantules des espèces annuelles en de nombreux cas; dans quelques essais, pour lesquels les principes actifs étaient utilisés à une grande dilution, un effet stimulant a été observé.

Bien que non définis dans leur structure chimique, les principes inhibants

dont nous avons reconnu la présence à l'intérieur des racines, au contact des radicelles et au sein de la rhizosphère de diverses espèces végétales, permettent certains rapprochements, dans leur mode d'action, avec le groupe des substances de croissance, caractérisé seulement par ses propriétés biologiques; le rapprochement s'impose, en particulier, pour ce qui concerne l'influence de la concentration des solutions utilisées sur les effets constatés.

De nombreux auteurs ont souligné qu'aux concentrations très faibles, les inhibiteurs de la germination et de la croissance se montrent parfois capables de stimuler celles-ci. Nos études récentes sur les excrétions racinaires toxiques des végétaux nous ont permis de mettre en évidence une semblable inégalité de réponse du matériel vivant à l'égard des substances expérimentées, en rapport avec la concentration de ces dernières :

l'effet inhibant constaté est d'autant plus marqué que l'excrétat est plus concentré. Pour l'ensemble de nos essais, l'extrait aqueux de racines est le plus toxique (indice moyen de croissance : 58, contre 100 chez le témoin); l'extrait aqueux de terre prélevée au contact des racines est moins actif (indice moyen : 71), en raison de la diffusion des substances excrétées dans la rhizosphère de la plante; l'eau de lavage des racines inhibe à un degré moindre encore (indice moyen : 81), par suite de la grande dilution des principes actifs;

l'effet inhibant constaté varie, en intensité, selon les époques de l'année; atteignant sa valeur maxima lors des mois de printemps et d'été qui correspondent à la croissance la plus active de la plante excrétrice et à la siccité la plus grande des couches supérieures du sol, il s'amenuise progressivement et cesse parfois même d'être perceptible lorsque les pluies d'automne et d'hiver lessivent copieusement le terrain. Pour l'ensemble de nos essais portant sur l'année écoulée, l'indice moyen de croissance s'établit à (contre 100 chez le témoin) 75 en mai, 65 en juin, 75 en juillet, 65 en août, 81 en septembre, 94 en octobre, 75 en janvier, 62 en février;

un effet stimulant, se substituant à l'effet inhibant habituellement observé, a été constaté dans les circonstances suivantes, qui toutes impliquent une dilution sensiblement accrue des principes actifs (¹); l'indice moyen de croissance est (contre 100 chez le témoin) :

a. *Hieracium pilosella* (prélèvement n° 326 *bis*) : *cr* 1/2,5 : 82; *cl* 1/10 : 103.

b. *Thymus serpyllum* (prélèvement n° 353) : *cr* 1/1 : 63; *cl* 1/10 : 103.

(¹) La concentration (*cl*, *cp*, *cr* ou *ct* selon les cas) exprime le rapport entre le poids du prélèvement (terre tamisée, racines fraîches ou poudre de racines selon les cas) évalué en grammes, et la quantité d'eau, évaluée en centimètres cubes, utilisée pour la préparation de l'extrait ou le lavage des organes.

cl : concentration de l'eau de lavage des racines;

cp : concentration de l'extrait aqueux de poudre de racines;

cr : concentration de l'extrait aqueux de racines fraîches;

ct : concentration de l'extrait aqueux de terre prélevée au contact des racines.

c. Thymus serpyllum (prélèvement n° 377) : *cl* 1/1 : 79; *cr* 1/1 : 98; *cl* 1/10 : 106.

d. Thymus serpyllum (prélèvement n° 327) : *cr* 1/1 : 54; *cr* 1/10 : 141; *cl* 1/10 : 191.

e. Hieracium pilosella (prélèvements n° 422 *ter* A et B) : *cp* 1/4 : 6; *cp* 1/20 : 76; *cp* 1/40 : 121; *cl* 1/1 : 181; *cl* 1/10 : 175; *cl* 1/50 : 166; *cl* 1/100 : 141.

f. Thymus serpyllum (prélèvement n° 426) : *cp* 1/25 : 77; *cp* 1/50 : 164; *cp* 1/250 : 148; *cp* 1/500 : 146; *cl* 1/1 : 147; *cl* 1/2 : 125; *cl* 1/5 : 127; *cl* 1/10 : 143; *cl* 1/50 : 133; *cl* 1/100 : 121.

g. Origanum vulgare (prélèvement n° 427) : *cp* 1/10 : 83; *cp* 1/25 : 101; *cp* 1/50 : 144; *cp* 1/100 : 135; *cp* 1/250 : 121; *cp* 1/500 : 168; *cl* 1/1 : 158; *cl* 1/2 : 112; *cl* 1/5 : 139; *cl* 1/10 : 141; *cl* 1/50 : 143; *cl* 1/100 : 120.

h. Origanum vulgare (extrait aqueux de terre prélevée au contact des racines) : ensemble des prélèvements faits en juin : 64 (49 à 77); ensemble des prélèvements faits en octobre : 157 (147 à 171).

i. Hieracium pilosella (extrait aqueux de terre prélevée au contact des racines) : ensemble des prélèvements faits en mai-août : 70 (42 à 83); ensemble des prélèvements faits en septembre-octobre : 83 (63 à 155).

L'effet stimulant, particulièrement fréquent dans le cas des Labiées (*Origanum*, *Thymus*), est rare dans le cas des Composées (*Hieracium*); le pourcentage des essais ayant révélé un effet stimulant par emploi de jus très dilués est de 100 % chez les premières et de 10 % chez les secondes.

BIOGÉOGRAPHIE. — *Écologie de la végétation du bassin du Chott Hodna.*

Note de M. **Charles Killian**, présentée par M. Roger Heim.

Le chott Hodna, bordé au Nord par la chaîne atlasique (1000 m), constitue un bassin fermé sans écoulement périphérique, d'une altitude de 400 m. A cette importante dénivellation correspondent des changements climatiques, édaphiques et biologiques très accentués : sensiblement désertiques au centre, grâce à leur salure, les sols de sa bordure septentrionale sont, au contraire, rocheux et sablonneux, d'où leur faible pouvoir rétenteur (22 %). C'est le domaine des Chasmophytes. Aux endroits moins déclives, graveleux, apparaissent des pâturages d'annuelles dépourvus d'espèces persistantes, vite épuisés et envahis par des nitrophytes toxiques. Plus au Sud, une vaste plaine alluviale avec 10 à 20 % de limon et 10 à 16 % d'argile, à porosité moyenne (60 %), mais à important pouvoir rétenteur (équivalence d'eau : 35 %), ameublie en surface par le sable éolien (proportionnel au pourcentage d'annuelles). Ces sols ont toujours un degré faible de saturation en Na échangeable du complexe absorbant (1 à 5 %). Ils sont caractérisés par la dominance, dans les plaines étendues, du *Salsola vermiculata* et du *Diplotaxis erucoides*, annuel. Leur faible salure les prédestine

aux cultures des Céréales, particulièrement abondantes près des oueds qui épandent leurs limons. Ici c'est *Atriplex Halimus* et *Zizyphus Lotus* qui dominent : dans les Céréales, il y a prépondérance du *Moricandia arvensis*, et beaucoup de mauvaises herbes sont celles de la Mitidja. Même amélioration des sols, mais localisée le long des ravineaux où se constituent de petites pelouses à *Cynodon dactylon*, à substratum plus poreux (73 contre 58 %) et plus riche en Az qu'au dehors (1,96 contre 0,40 %), en conséquence envahis par des annuelles tendres.

Cas particulièrement intéressant, correspondant à une expérience naturelle centenaire, révélé dans les canaux de drainage d'une piste désaffectée : ici les changements intervenus non seulement dans la végétation annuelle, mais surtout dans la végétation pérenne, permettent de formuler des conclusions relatives au climat régional : *Haloxylon scoparium*, xérophyte extrême, non broutable, y était remplacé par *Salsola vermiculata*, et lui par *Artemisia Herba alba* et *Zizyphus Lotus*, avec son cortège d'annuelles tendres.

D'autres changements importants sont dus à l'apport de matériel éolien, modifiant la végétation suivant son degré de tolérance à l'ensablement : faible chez *Salsola vermiculata*, plus fort chez *Traganum nudatum*, au maximum chez *Atriplex Halimus*, profondément enraciné. Même ordonnance dans la série des espèces annuelles. Cet ensablement initial qui se manifeste par l'apparition de l'*Euphorbia Guiyonana*, est intéressant lorsqu'il se produit sur un sol lourd, irrigable. Mais il devient nuisible lorsqu'il entraîne la formation de buttes puissantes, envahies par *Atriplex Halimus* : il est prohibitif sur les grandes dunes longeant la bordure Sud, envahies par les psammophytes spécialisés, tels *Aristida pungens*.

Toute la région centrale est impropre aux cultures, par sa forte salure : font exception les sources cratériformes, couronnées par *Atriplex Halimus*, mais où souvent la remontée des sels, indiquée par l'annuelle *Frankenia pulverulenta*, brûle les céréales. La zonation, sur leurs flancs, d'espèces à halophytisme croissant, en fournit une contre-preuve. Cette partie centrale est caractérisée par son imperméabilité [d'où accroissement de leur équivalent d'humidité (31 %) et de leur hygroscopicité (8 %)], mais surtout par le taux élevé de saturation en Na échangeable du complexe absorbant, dépassant 10; elles sont peuplées par *Suæda vermiculata*, gypsophyte sur les collines, *Salsola tetrandra* (57 % de limon) et *Halocnemum strobilaceum*, limitant la zone centrale, abiotique. Retrait du *Diplotaxis erucoides* dans les fossés, au début, puis remplacement par *Mesembryanthemum nodiflorum* et surtout *Salicornia fruticosa*, indiquant un climax salé.

En résumé, nos relevés, accompagnés d'analyses des sols, sont plus précieux que les données de l'hydrologie : ainsi, malgré la proximité de la nappe salée, à 5 m seulement, il peut y avoir de florissantes cultures dont

la possibilité est indiquée par la dominance du *Salsola vermiculata*. Valeur restreinte des analyses chimiques, tant qu'on ignore l'influence mutuelle des différents ions dans la toxicité des sols. Il en est de même des listes phytosociologiques. Enfin, la valeur indicatrice d'une espèce est à utiliser avec critique, parce qu'elle est toujours relative, par rapport à celle de sa concurrente.

Envisagés dans ce sens, les renseignements obtenus pour la cuvette hodnéenne confirment entièrement ceux de la région alfatière : si, là, *Artemisia Herba alba* occupe toujours les bas-fonds les plus poreux et dessalés, elle en est chassée, ici, par leur imperméabilité (dans la zone à *Salsola vermiculata*) ou par leur salure (dans la région centrale). L'Armoise se réfugiera donc, obligatoirement, sur les collines. Il n'est pas question, ici, d'une localisation par la pluviométrie, vu son insuffisance. Mêmes remarques pour le *Salsola vermiculata* des bas-fonds de la région alfatière; sa tolérance envers la salure est ici au maximum, parce qu'il côtoie les Halophytes extrêmes, mais il se réfugie, de préférence, sur les collines, où il défie toute codification sociologique.

PHYSIOLOGIE. — *Genèse physiologique de la sensation de dissonance et réduction de l'esthétique musicale à la psycho-physiologie du nerf auditif et de ses différents relais encéphaliques.* Note de M. RAOUL HUSSON, présentée par M. Louis Lapicque.

L'étude expérimentale de la naissance de la dissonance au voisinage d'un unisson (sur différentes fréquences) a montré qu'elle résultait de l'excitation de mêmes fibres cochléaires par les sons émis simultanément, excitations rendues irrégulières par la période réfractaire des fibres. Les réflexes déclenchés et les stimulations diffusées aux différents relais des voies cochléo-corticales expliquent les sensations complexes éveillées par la musique et les caractères esthétiques qu'elles revêtent.

A. Une étude expérimentale de la sensation de dissonance au voisinage d'un unisson de deux sons simples a été réalisée le 29 mars 1951, avec MM. Mey et Paupy, au Laboratoire d'Acoustique et de Téléphonométrie du Centre National d'Étude des Télécommunications. Matériel employé : un générateur à battements et un générateur de haute précision Poullot; un oscillateur cathodique pour le contrôle des unissons par courbes de Lissajous; deux écouteurs indépendants. Les unissons ont été étudiés sur 120, 480, et 3840 vibrations par seconde. Un son était maintenu à fréquence constante; le second variait, par intervalles d'une période, jusqu'à une différence de un ton majeur environ. Les deux sons étaient envoyés superposés dans la même oreille, d'abord; puis envoyés simultanément l'un dans une oreille et le second dans l'autre. Dans une série complémentaire d'expériences, on a fait varier un son, période par période, de l'unisson jusqu'à la quinte. Intensités constantes et égales pour les deux sons, voisines du seuil inférieur d'audibilité.

Les résultats observés sont les suivants :

1° Lorsque les deux sons atteignent séparément, le premier une oreille, le second l'autre oreille, il n'y a jamais de dissonance quel que soit leur intervalle.

2° Lorsque les deux sons atteignent simultanément la même oreille, la dissonance apparaît vers l'intervalle 1,05 et disparaît vers l'intervalle 1,16 (inférieur à la tierce mineure). Au-dessus de l'intervalle 1,16 il n'y a plus jamais de dissonance.

3° Entre les intervalles 1,05 et 1,16, l'oreille perçoit une modulation d'intensité, d'abord lente, puis de plus en plus rapide. Dans chaque période de modulation, le son grave est seul perçu quand l'intensité croît, et le son aigu seul perçu quand l'intensité décroît : c'est cette alternative rapide dans l'audition successive des deux sons émis qui cause la dissonance.

La dissonance, comme l'avait déjà affirmé G. Urbain (1), n'est donc pas due aux battements; elle résulte d'un affaiblisemnt de la sensation tonale, fait également déjà pressenti par le même auteur (2).

B. Le phénomène relaté ci-dessus (A, 3°) s'explique ainsi : lors des maximums d'intensité, les surpressions dues aux deux sons tombent simultanément sur la même fibre auditive ; immédiatement après, chaque surpression due au son aigu parvient la première, et la surpression due au son grave, qui lui succède, tombant sur la période réfractaire de la fibre, n'est pas perçue. Les phénomènes sont inversés à l'autre extrémité de la période de modulation d'intensité. Il ne peut donc y avoir de sensation de dissonance que si une même fibre auditive est excitée simultanément par les deux sons émis.

On en conclut que, sous l'intensité réalisée (voisine du seuil inférieur), le champ tonal sélectif d'une fibre cochléaire est de 1,16 environ de part et d'autre de sa fréquence de pararésonance (3).

Il en résulte aussi que l'audition de tous les sons audibles, en fréquences et en intensités, ne nécessite que des fibres cochléaires dont les chronaxies s'échelonneraient de 2 à 0,1 millièmes de seconde, étant connu que, au-dessus de 900 p : s environ, une stimulation tournante (4) des fibres intervient.

C. Le caractère agréable ou désagréable des stimulations transmises par le VIII (nerf auditif) existe déjà pour un son simple et unique : il n'est agréable que si fréquence et intensité ne sont pas trop élevées. Les stimulations musicales du VIII déclenchent des réactions de natures variables selon le niveau des relais encéphaliques intéressés.

---

(1) *Le Tombeau d'Aristoxène, Essai sur la Musique*, Doin édit., Paris, 1924, p. 1.

(2) *Loc. cit.*, p. 77.

(3) A.-M. Monnier, *L'excitation électrique des tissus, Essai d'interprétation physique.* (*Thèse Fac. Sc.*, Paris, 1934.)

(4) S.-S. Stevens, et H. Davis, *Hearing*, John Wiley, édit., New-York. 1938, p. 401.

1° *Niveau bulbaire.* — Réactions exclusivement motrices (dynamogéniques), intéressant notamment les noyaux moteurs du IX, X, XI et XII ([5]).

2° *Niveau hypothalamique.* — Modifications de l'humeur ([6]) et réactions végétatives variées : pilo-érection, sueurs, tachy et brachycardies, phénomènes vaso-moteurs, frissonnement, etc.

3° *Niveau thalamique.* — Réactions sensitives complexes, réactions visuelles (audition colorée) et vestibulaires (états vertigineux).

4° *Niveau cortical.* — Représentations intellectuelles variées, dépendant de montages neurologiques, d'aiguillages et de métachronoses ([7]) (éducation musicale) liés à l'histoire du sujet, et qui ont tendance à se reproduire en chaîne (mémoire musicale).

L'ensemble de ces réactions complexes constitue la base explicative de tous les *éthos* (ou caractères esthétiques) de la musique : éthos de rythme, de modulation et d'harmonie. De ce point de vue, l'esthétique musicale n'est qu'un aspect, déjà assez fortement intégré dans le fonctionnement général du système nerveux, de la psycho-physiologie du VIII et de ses différents relais synaptiques encéphaliques.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la possibilité de ranimer le Rat adulte refroidi jusqu'à proximité du point de congélation.* Note de M. **Radoslav Andjus**, présentée par M. Paul Portier.

Le Rat adulte refroidi jusqu'à + 1° par l'effet combiné d'une atmosphère confinée et du froid, ne donne plus aucun signe de vie : la respiration est supprimée, le cœur a cessé de battre, les réflexes sont abolis. Grâce à une méthode de réchauffement partiel consistant à réchauffer d'abord le cœur seulement, puis la région du cou ensuite, on réussit à ranimer le sujet et à obtenir sa survie durable.

Il est acquis que l'on peut abaisser la température centrale de certains Mammifères jusqu'à 15° environ avec rétablissement ultérieur par réchauffement. Utilisant l'hypoxie produite par une raréfaction de l'atmosphère, Giaja ([1]) a ainsi refroidi, sans emploi de température trop basse, le Rat, le Chien, le Lapin et le Chat, ranimés ensuite par réchauffement artificiel. Nous employons à l'Institut de Physiologie de l'Université de Belgrade, couramment en physiologie opératoire, cette méthode d' « anesthésie

---

([5]) R. Husson, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1247.

([6]) J. Delay, *Les Déréglements de l'Humeur*, Presses Univ. de France, Paris, 1946.

([7]) L. Lapicque, *La Machine Nerveuse*, Flammarion, Paris, 1942; Marcelle Lapicque, *C. R. Soc. Biol.*, 86, 1923, p. 46; 105, 1930, p. 848; 107, 1931, p. 481; Marcelle Lapicque et F. Wahl, *C. R. Soc. Biol.*, 108, 1931, p. 136.

([1]) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 80; *Académie royale serbe*, Glas, 188, 1941, p. 133.

physique » par le froid qui présente de réels avantages sur l' « anesthésie chimique » (dans l'hypophysectomie du Rat notamment) (²).

Tandis que les animaux nouveau-nés peuvent supporter des températures proches de celle de la congélation (Synitzin, Adolph, etc.), on admet que le Rat adulte ne peut être ranimé si sa température est abaissée au-dessous de 15°. A ce sujet, Adolph (³), à la suite d'autres auteurs, concluait récemment que cette température est la limite léthale d'hypothermie.

Notre procédé de refroidissement des homéothermes consiste à exposer l'animal à la fois à l'hypoxie progressive et à l'effet de l'accumulation du gaz carbonique, ce que l'on réalise en confinant l'animal dans un espace limité. La température ambiante étant au-dessous de 15°, au bout de 2 h environ, la température du Rat confiné tombe à 20°, avec état léthargique. On continue de refroidir le Rat en le recouvrant, à l'air libre, de glace pilée. Dans ces conditions, la respiration cesse lorsque la température centrale est tombée au-dessous de 9°, tandis que le cœur ne cesse de battre qu'à 6° environ. La température est prise profondément (7 cm) dans le rectum, les mouvements du cœur et de la respiration sont enregistrés graphiquement. Nous avons ainsi abaissé la température de nos rats jusqu'à + 1°. Réchauffant le corps entier de ces animaux tout en pratiquant la respiration artificielle, on ne réussit pas à les rappeler à la vie. Tout autre est le résultat si l'on procède au réchauffement partiel, de la manière suivante. On réchauffe d'abord le cœur seulement en appliquant à plusieurs reprises sur la peau mouillée, dans la région cardiaque, l'extrémité aplatie d'une sonde métallique cannelée chauffée à la flamme. Les pulsations cardiaques ne manquent jamais d'apparaître dans ces conditions. Pour assurer l'hématose on produit une ventilation des poumons à l'aide d'une petite poire en caoutchouc appliquée contre les narines de l'animal. Lorsque le nombre des pulsations du cœur a atteint environ 50 par minute, on procède au réveil de la respiration. La température rectale ayant atteint à ce moment, sous l'effet du réchauffement extérieur, 10° environ, on réchauffe le cou en l'arrosant d'eau à 40-50°. De temps en temps, on peut faire alterner avec l'insufflation d'air dans les poumons un jet de gaz carbonique provenant directement de l'obus. De plus, on comprime de temps à autre la cage thoracique. Lorsque la température rectale a atteint 15° environ, on voit les mouvements respiratoires spontanés apparaître à leur tour. La respiration et les mouvements du cœur ayant pris une allure régulière, on procède enfin au réchauffement de tout le corps par de l'eau chaude jusqu'à ce que la température du rectum atteigne 30°. Bientôt après le rat se remet titubant sur ses pattes.

(²) *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1170.
(³) *Am. J. Physiol.*, 155, 1948, p. 378.

Par cette méthode que nous venons de décrire succinctement, nous avons d'abord réussi à ranimer des rats qui avaient été refroidis à 7-9° et qui ont survécu définitivement. On ranime aussi régulièrement les rats refroidis à + 1°, mais la survie n'est, en général, que de quelques jours tout au plus. Toutefois, dans certains cas, il y a rétablissement complet et survie définitive à cette épreuve de refroidissement à + 1° avec cessation de la respiration durant près d'une heure suivie de l'arrêt du cœur. Même après une heure et demie d'arrêt du cœur et de la respiration, nous avons réussi à ranimer les rats refroidis à + 1° par la méthode que nous venons d'exposer.

Si ce procédé de réchauffement partiel réussit lorsque le réchauffement simultané de tout le corps reste sans résultat, cela tient, il nous semble, à ce qu'on permet au cœur et au mécanisme de la respiration de prendre de l'avance sur l'organisme dont les échanges sont nuls à l'état refroidi et de pouvoir faire face aux exigences de l'organisme réchauffé.

PHYSIOLOGIE. — *L'absorption du calcium chez le Rat adulte.* I. *Influence de la teneur du régime en calcium.* Note de M. **Paul Fournier**, présentée par M. Léon Binet.

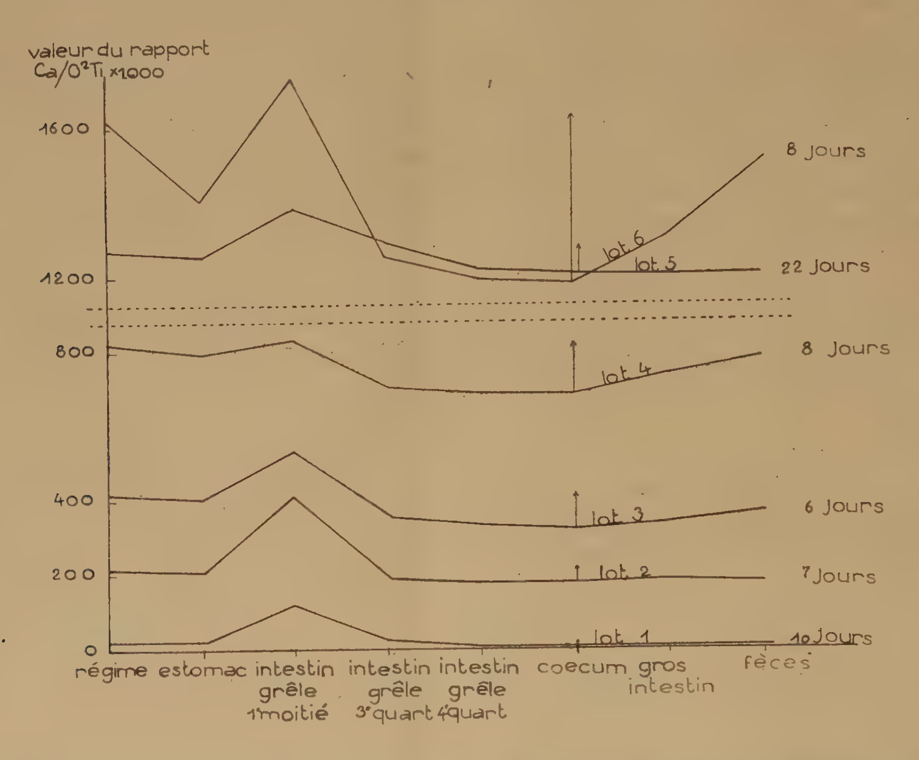
Dans une Note précédente, relative au sort du Ca dans les diverses parties du tube digestif du Rat adulte en bilan calcique équilibré, nous avons montré l'existence au niveau du cœcum d'une concentration minimum du contenu intestinal en Ca, concentration permettant de mesurer le taux réel de l'absorption ([1]). Au moyen de la méthode exposée antérieurement ([2]), nous nous proposons de rechercher comment varie le taux de l'absorption du Ca en fonction de la teneur du régime en cet élément.

Des rats albinos mâles adultes de 7 mois, pesant entre 280 et 310 g, sont répartis en divers lots de 4 animaux et reçoivent, à raison de 18 g par jour, des régimes différant par leur teneur en Ca. Le régime de base utilisé à la composition centésimale suivante : caséine purifiée, 18; amidon purifié, 71 ; graisse de beurre, 6; mélange salin, 2; O_2Ti, 1; mélange vitaminique, 1; gélose purifiée, 1. Les mélanges salin et vitaminique ont été décrits précédemment ([1]). Par le remplacement d'une petite proportion d'amidon par un poids convenable de CO_3Ca on obtient des régimes renfermant pour 100 g : 20 mg de Ca pour le régime du lot 1; 220 mg pour le lot 2; 420 mg pour le lot 3; 820 mg pour le lot 4; 1270 mg pour le lot 5; 1620 mg pour le lot 6. De plus tous les quatre jours, les rats reçoivent deux gouttes d'huile de foie de morue.

L'établissement des bilans permet de juger du moment où les rats sont en équilibre calcique. Ils sont sacrifiés dans des conditions identiques,

([1]) *Comptes rendus,* **231**, 1950, p. 1556-1558.
([2]) *Comptes rendus,* **231**, 1950, p. 1343-1345.

et le contenu de chacune des portions du tube digestif est prélevé séparément et analysé. Le Ca et l'oxyde de titane sont dosés, et le rapport Ca/O_2Ti calculé. Les courbes du graphique indiquent, pour chacun des six lots, la moyenne des variations de ce rapport en fonction du lieu d'origine des prélèvements. Sur ces courbes, nous avons tracé, au niveau du cœcum, une flèche dont la longueur traduit, pour chacun des lots, la grandeur de l'absorption intestinale de Ca.



L'examen du graphique montre que les courbes de concentration aux divers niveaux du tube digestif présentent l'aspect général précédemment décrit [1]. Par rapport à la concentration initiale du régime en Ca on constate : une constance relative dans l'estomac, un accroissement endogène dans la première moitié de l'intestin grêle, une valeur minimum au niveau du cœcum, et, parfois, un accroissement endogène dans le gros intestin. En fait cette description ne s'applique entièrement qu'aux lots 3 et 4 où, pour un temps d'action du régime compris entre 6 et 8 jours, les quantités de Ca ingéré sont moyennes. Pour des temps d'expérience comparables, compris entre 6 et 10 jours, on remarque que la grandeur des flèches des courbes 1, 2, 3, 4 et 6 croît en même temps que la teneur du régime en Ca. Ce qui signifie que la quantité de Ca absorbée est d'autant plus grande que la quantité ingérée est elle-même plus grande. Mais il n'y a pas proportionnalité entre l'ingestion et l'absorption. De plus, l'examen détaillé des courbes révèle des particularités

intéressantes. Lorsque la quantité de Ca ingéré est très grande (lot 6) la quantité de Ca absorbé est relativement très considérable, suivie de l'élimination d'une grande quantité de Ca endogène au niveau du gros intestin. Il existe aussi, dans ce cas, une forte absorption dès l'estomac, phénomène que l'on rencontre constamment chez les animaux en voie de croissance (3). Tous ces faits semblent indiquer que pour une très forte teneur du régime en Ca, la durée d'expérience est trop faible pour que l'organisme se mette en équilibre réel avec son milieu intestinal, malgré l'équilibre apparent du bilan. Ces constatations nous ont incité à prolonger la durée d'expérience du lot 5. Quand la quantité de Ca ingéré est faible (lot 1 et 2), ou lorsque la durée d'action du régime est longue (22 jours pour le lot 5), les courbes présentent, dès la fin de l'intestin grêle, une horizontalité qui semble indiquer que l'équilibre entre l'organisme et son milieu intestinal est atteint. Dans ce cas l'absorption intestinale est relativement faible et n'est suivie d'aucune excrétion endogène dans le gros intestin.

PHYSIOLOGIE CELLULAIRE. — *Sur la répartition de l'éthanol,* in vivo *et* in vitro, *entre les globules rouges et le plasma sanguin, chez le Chien.* Note de MM. **Michel Polonovski, Bernard A. Lindenberg** et M[lle] **Henriette Rabussier**, présentée par M. Léon Binet.

Chez le Chien, comme chez tous les animaux homéoosmotiques aquatiques (Poisson, Grenouille), l'ingestion d'alcool détermine une concentration dans le muscle, rapportée à l'eau de ce tissu, constamment inférieure au taux alcoolique de l'eau du plasma sanguin. Il était intéressant de rechercher comment, à l'intérieur même du milieu sanguin, l'éthanol se répartissait entre l'eau du plasma et l'eau des érythrocytes, étant donné certaines interprétations du rapport chloré érythroplasmatique, qui se sont dernièrement fait jour, faisant appel à la notion d'une eau « liée », ou plutôt « imperméable aux ions chlore » dans les globules et non dans le plasma. Si l'inégalité de répartition des ions chlore entre les globules et le plasma tenait à une différence de teneur en eau solvante, nous devrions la retrouver dans nos expériences avec l'éthanol.

Le sang, prélevé par ponction veineuse à un membre inférieur, est recueilli dans un tube à centrifugation contenant l'anticoagulant, dont le contact avec le sang est assuré par agitation continue avec une baguette de verre. La prise terminée, une partie du sang est immédiatement centrifugée (15 minutes à 6400 tours par minute), une autre est conservée sous agitation modérée pendant 4 heures, à la température du laboratoire, avant d'être centrifugée. Le volume globulaire fut chaque fois déterminé à l'hématocrite avant centrifugation. Le dosage (chromométrique) de l'éthanol est pratiqué sur les distillats du sang

(3) L. Randoin, H. Susbielle et P. Fournier, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 553.

total et du plasma séparé, les quantités d'alcool trouvées (dont on retranche le témoin des distillats sanguins provenant du même animal avant l'administration de l'alcool) étant rapportées à l'eau de ces liquides, déterminée par dessiccation à 105°.

Le tableau suivant résume les expériences effectuées sur quatre chiens, auxquels on a fait ingérer à la sonde, de 100 à 200 cm³ d'une solution aqueuse d'éthanol à 15%.

Chien.	Intervalle entre l'ingestion d'alcool et la prise de sang (h).	Durée de l'agitation *in vitro* (h).	mg. d'alcool par g. d'eau dans globules (G).	mg. d'alcool par g. d'eau dans plasma (P).	Alcool G / Alcool P	Volume globulaire à l'Hématocrite (%).
			Sang fluoré (F Na à raison de 4 pour 1000 environ).			
I. (11 kg)	1/4	0	1,34	1,40	0,96	41,5
		4	1,44	1,354	1,06	45,5
	1/2	0	0,674	0,707	0,95	41
		4	0,717	0,706	1,02	46
	1	0	1,62	1,65	0,99	41,5
		4	1,73	1,65	1,05	46
	2	0	1,44	1,49	0,97	42
		4	1,53	1,44	1,06	47
II. (13 kg)	1/2	0	1,53	1,61	0,95	33
		4	1,66	1,58	1,05	38
	1	0	1,93	2,02	0,955	28,5
		4	2,01	1,96	1,025	34
III. (16 kg)	1/2	0	0,695	0,704	0,99	32,5
		4	0,718	0,687	1,05	35
	1	0	1,06	1,09	0,97	33
		4	1,22	1,15	1,06	35
IV. [Chienne (31 kg)].	1	0	1,63	1,56	1,04	38
		4	1,605	1,54	1,04	42
	1	0	1,57	1,54	1,02	38,5
		4	1,64	1,53	1,07	40
			Sang hépariné à raison de 0,2 pour 1000 environ.			
	1	0	1,99	2,075	0,955	48,5
		4	2,174	2,006	1,08	49
	1	0	1,64	1,613	1,02	51
		4	1,576	1,542	1,02	51
	1	0	1,782	1,834	0,97	50,5
		4	1,858	1,807	1,025	50,5
	1	0	2,121	2,201	0,96	51
		4	2,258	2,19	1,03	52
	1	0	1,929	1,908	1,01	49
		4	1,937	1,892	1,02	49
	1	0	1,923	1,896	1,01	49
		4	1,913	1,891	1,01	50

L'examen des résultats rapportés fait d'abord ressortir la rapidité avec laquelle l'éthanol se répartit entre le plasma sanguin et les érythrocytes dans le sang circulant, le rapport Alcool G/Alcool P étant le même, 15 ou 120 mn après l'ingestion de l'alcool par l'animal.

La valeur du rapport Alcool G/Alcool P est *proche de l'unité*, aussi bien dans le sang centrifugé immédiatement après le prélèvement que dans le sang, secondairement agité *in vitro*, pendant 4 h, quels que soient l'anticoagulant utilisé et le volume globulaire initial,

La légère augmentation de valeur du rapport initial au bout de 4 h d'agitation, bien que fréquemment rencontrée, n'est ni constante ni suffisamment significative pour que nous en déduisions dès maintenant quelque interprétation.

Mais, de toute évidence, les résultats de répartition de l'éthanol écartent toute théorie fondée sur l'existence d'une eau non solvante en proportion notablement plus grande dans les globules rouges que dans le plasma sanguin, auquel cas le rapport Éthanol G/Éthanol P aurait dû accuser une valeur constamment et fortement inférieure à l'unité.

CYTOLOGIE. — *Sur une différence de texture des axones dans les fibres nerveuses myéliniques et amyéliniques, révélée par le microscope électronique.* Note de MM. **Charles-Albert Baud** et **Émile Pernoux**, transmise par M. Albert Policard.

Les microphotographies électroniques montrent dans les fibres myéliniques d'axolotl un réseau lâche de protofibrilles nerveuses et dans les fibres amyéliniques un réseau protofibrillaire serré. Cette disposition explique les différences de comportement de ces fibres par les méthodes argentiques.

Les fibres nerveuses myéliniques et amyéliniques, imprégnées par l'argent selon une technique appropriée, apparaissent dans les préparations histologiques avec des teintes différentes; J. A. Baumann ([1]) a montré que les fibres sensitives et motrices sont noires, tandis que les fibres sympathiques postganglionnaires sont brun clair. Cette différence est indépendante du diamètre des fibres; A. Weber ([2]) a émis l'hypothèse que les espaces libres doivent être plus larges dans les axones des fibres myélinisées, et peuvent admettre par conséquent une plus grande quantité de grains d'argent.

Au cours d'études sur le dichroïsme des fibres nerveuses ainsi imprégnées, C. A. Baud ([3]) a observé que les fibres les plus pâles sont aussi les plus

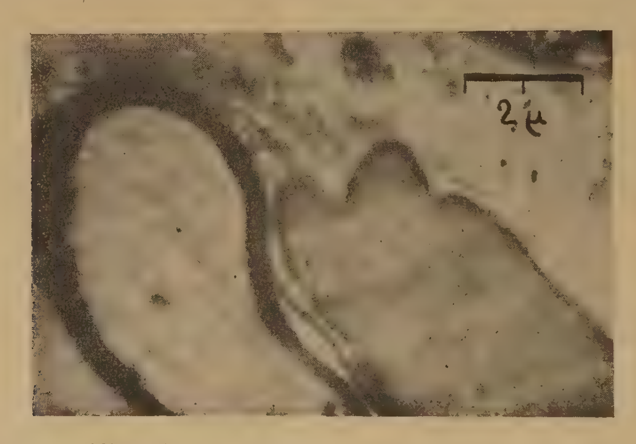
---

([1]) *C. R. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 58, 1941, p. 74.
([2]) *Rev. méd. Suisse rom.*, 66, 1946, p. 861.
([3]) *Acta Anat.*, 4, 1947, p. 44; *Bull. Hist. Appl.*, 25, 1948, p. 14.

dichroïques, ce qui laisse à supposer que les espaces intermicellaires y sont plus étroits.

Enfin, A. Engström et H. Lüthy (4), utilisant leur technique d'absorption des rayons X, ont montré que les axones des fibres amyéliniques ont une masse plus grande par micron cube que ceux des fibres myélinisées et supposent que les éléments constitutifs y sont peut-être disposés en assemblage plus compact.

Nous avons tenté d'obtenir une preuve directe de l'existence d'une différence de texture des fibres myéliniques et amyéliniques, par l'examen au microscope électronique. La larve âgée d'Axolotl, qui possède des fibres amyéliniques de gros calibre et colorables en brun clair par l'argent, constitue un matériel d'observation favorable. Des fragments de nerf sciatique sont fixés par l'acide osmique à 2 % pendant quarante huit heures à la glacière, progressivement déshydratés, puis inclus dans la celloïdine-paraffine, coupés en série à 0,1 μ d'épaisseur, et les coupes montées sur film de collodion suivant la technique décrite antérieurement par C. A. Baud (5).



Coupe oblique du nerf sciatique chez une larve âgée d'Axolotl.
A gauche, fibre myélinisée. *A droite*, fibre amyélinique. Micrographie électronique, 7700 ×.

L'examen au microscope électronique (appareil Trüb-Täuber de l'Institut de Physique de l'Université de Lyon) montre immédiatement que les fibres avec et sans myéline sont très différentes. Les premières, à condition qu'elles soient correctement fixées et montées, apparaissent avec une gaine de myéline dense, homogène, régulière et relativement mince; leur axone contient des protofibrilles assez peu nombreuses et séparées par de larges espaces. Au contraire, les fibres amyéliniques représentent un feutrage très serré de protofibrilles, donnant au cylindraxe une texture dense avec des espaces réduits.

(4) *Exper. Cell. Res.*, 1, 1950, p. 81.
(5) *Acta Anat.*, 10, 1950, p. 461.

L'image présentée (*fig.* 1) fait apparaître ces différences mieux que toute description.

Donc les fibres nerveuses myéliniques présentent une grande différence d'aspect inframicroscopique de leur axone : texture compacte dans les fibres amyéliniques, lâche dans les fibres myéliniques, comme permettaient de le supposer les observations par les procédés indirects. Les protofibrilles elles-mêmes semblent peu différentes dans les deux cas; celles des fibres amyéliniques sont peut-être de diamètre légèrement supérieur, fait qui a déjà été noté par F. O. Schmitt et B. B. Geren (6) dans le cas des préparations par dissociation de fibres sympathiques humaines.

EMBRYOLOGIE. — *La couche enveloppante du blastoderme de Salmo. Son rôle dans la mécanique embryonnaire.* Note de M. **Charles Devillers**, présentée par M. Louis Fage.

Les forces responsables de l'épibolie gastruléenne se répartissent en deux groupes localisés, d'une part dans le syncytium vitellin et d'autre part dans l'ensemble superficiel constitué par le germe et la pellicule périvitelline qui lui est attachée. Ce second système joue le rôle moteur principal (1).

De nouvelles recherches permettent de préciser la nature et l'importance des forces figurées dans mon schéma de 1950 : la force pelliculaire est une contraction active et non une rétraction élastique, passive; à elle seule, elle ne peut forcer l'ouverture de l'anneau syncytial périphérique :

Un œuf au stade morula, blastula ou gastrula est privé de son blastodisque; le syncytium se contracte, entraînant la pellicule qui, finalement, recouvre toute la surface de la sphère vitelline; l'œuf peut vivre ainsi plusieurs jours en eau courante, mais ne manifeste aucun symptôme d'épibolie, pas plus dans sa pellicule que dans son syncytium.

La présence du germe (cellularisé) est nécessaire à la réalisation des mouvements épiboliques. On peut démontrer que dans cet étalement autonome du blastodisque l'ensemble des blastomères profonds ne joue qu'un rôle effacé. L'activité épibolique maxima revient à la couche enveloppante du germe, dont le revêtement superficiel possède toutes les propriétés du « coat » de l'œuf des Amphibiens (2).

En grattant la totalité de la couche enveloppante d'une morula, on obtient un germe formé uniquement de blastomères profonds; par contraction la pellicule périvitelline vient recouvrir la surface mise à nu. Un tel blastodisque, contracté, ne subit pas d'épibolie, ni probablement d'invagination gastruléenne.

---

(6) *J. exper. Med.*, 91, 1950, p 499.

(1) Devillers, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 2232.

(2) Holtfreter, *J. exp. Zool.*, 95, 1943, p. 251-323; Devillers, *Ann. St. Centr. Hydrobiol. appl.*, 2, 1948, p. 229-249.

Inversement, on peut réaliser expérimentalement, ou rencontrer à l'état naturel, des germes composés surtout de leur couche enveloppante et seulement d'une faible quantité de blastomères profonds. L'épibolie s'effectue normalement jusqu'à fermeture du blastopore; mais il ne se différencie pas d'embryon.

Sur des œufs élevés dans de l'eau appauvrie en oxygène la masse des blastomères profonds demeure contractée tandis que seule la couche enveloppante manifeste un début d'étalement. Ces conditions défavorables, par contre, ne troublent pas l'invagination; le matériel marginal se met en place et édifie un embryon ramassé, saillant à la surface d'un blastoderme de diamètre réduit (Steckengebliebene de Luther) ([3]).

Enfin des recherches portant sur le pouvoir de régulation de l'œuf permettent, incidemment, d'assigner à la moitié extra-embryonnaire le maximum d'activité épibolique :

Dans une première série d'expériences la moitié embryonnaire d'une blastula ou d'une gastrula est excisée et remplacée par la moitié extra-embryonnaire d'un autre germe du même âge; dans la seconde série, une zone embryonnaire est mise à la place de la moitié extra-embryonnaire. Au bout de 3, 4 jours on constate que l'étalement des germes uniquement extra-embryonnaires de première catégorie est le même que celui observé dans des œufs normaux témoins, tandis que le diamètre des disques, embryonnaires, de la seconde série est plus petit d'un tiers environ.

Dans l'aire embryonnaire l'épibolie est donc moins forte mais aussi se déclenche plus tard que dans la zone extra-embryonnaire.

En conclusion, la force qui provoque l'épibolie gastruléenne chez la Truite réside principalement dans le blastodisque; les forces localisées dans les structures annexes de l'œuf (pellicule et syncytium) ne jouant qu'un rôle secondaire. Plus précisément c'est à la couche enveloppante, surtout dans la zone neuro-ectoblastique, que revient le maximum d'activité épibolique.

GÉNÉTIQUE. — *Caractéristiques différentielles de trois souches de Drosophiles à tumeurs* (Drosophila melanogaster Meig.). Note de M. **Sabbas Ghelelovitch**, présentée par M. Émile Roubaud.

Trois souches de Drosophiles possédant le même gène majeur qui détermine le caractère tumeur mélanique, diffèrent par la pénétrance de ce caractère, aussi bien en lignée pure que dans les croisements avec d'autres souches sans tumeurs. Elles diffèrent également par le moment de l'apparition des tumeurs. Une pénétrance plus grande coïncide avec l'apparition plus précoce du caractère.

Dans une Note antérieure ([1]) j'ai décrit une nouvelle tumeur héréditaire de la Drosophile. Je possède actuellement trois souches de mouches

---

([3]) Luther, *Biol. Zbl.*, 55, 1935, p. 114-137.

([1]) *Comptes rendus*, 203, 1950, p. 1002.

avec tumeurs. Ces souches sont de constitutions génétiques différentes. Une de ces souches, désignée souche 5, est de type sauvage. Elle a été isolée et sélectionnée pour la tumeur à partir de la culture dans laquelle ce caractère était apparu. Les deux autres souches : *cl tu* et *tu vg bw*, ont été obtenues par introduction du gène *tu* (tumeur) dans les souches *cl* et *b vg bw*.

Le comportement de ces trois souches, quant à la manifestation de la tumeur, est différent. Tandis que toutes les mouches de la souche *tu vg bw* présentent la tumeur, un certain nombre (5 à 10 %) des individus des souches *cl tu* et 5 sont exempts de tumeurs.

Cependant, ces individus, apparemment sains, croisés entre eux, donnent la même proportion de descendants avec tumeurs que celle que l'on observe dans la descendance des individus porteurs de tumeurs et appartenant aux mêmes souches.

Par conséquent, la pénétrance incomplète du caractère tumeur dans ces souches ne peut être attribuée au manque d'homogénéité génétique, mais est due plutôt à la sensibilité du caractère aux conditions du milieu agissant au cours du développement et déterminant ainsi une certaine variabilité phénotypique.

Cette constatation n'est, du reste, pas nouvelle; à peu près toutes les souches de Drosophiles à tumeurs, étudiées jusqu'ici, manifestent une pénétrance incomplète du caractère. C'est notre souche *tu vg bw*, avec sa pénétrance absolue, qui présenterait plutôt une exception à cet égard.

Nos trois souches se comportent aussi d'une manière différente dans les croisements avec les souches sans tumeurs. Ici encore, on observe une proportion beaucoup plus forte d'individus avec tumeurs, dans les F 1 issues des croisements avec la souche *tu vg bw*, que dans les F 1 des croisements avec les souches 5 et *cl tu*.

Pour donner un exemple, je citerai les résultats obtenus dans les croisements avec la souche 8.

La souche 8 est une souche *ebony* qui tire son origine du même croisement que la souche 5, mais elle a été sélectionnée dans le sens contraire et ne présente jamais de tumeurs, ni à l'état pur, ni dans les croisements avec les souches sans tumeur.

Elle ne contient, par conséquent, pas de gène majeur pour la tumeur, mais peut, par contre, contenir des gènes modificateurs. En effet, la F 1 des croisements entre cette souche et les souches *tu* donne toujours une certaine proportion d'individus à tumeurs.

Les chiffres obtenus en additionnant les résultats de plusieurs expériences sont les suivants :

Parents.	Phénotypes des descendants.	
8 et 5	1045 sans tumeur (+)	142 avec tumeur (*tu*)
8 et *cl tu*	312 »	59 »
8 et *tu vg bw*	101 »	540 »

Ce résultat global exprime bien une différence réelle, car quoique la variabilité des résultats des différents croisements du même type soit assez grande, ce qui s'explique facilement par la sensibilité du caractère aux conditions du milieu, néanmoins la prédominance des individus + dans les croisements avec les souches 5 et *cl tu* et la prédominance des individus *tu*, dans les croisements avec la souche *tu vg bw*, est constante.

Les chiffres empruntés aux quatre croisements différents ♀ 8 . ♂ 5 peuvent donner une idée de la variabilité des résultats.

Croisement.	Descendants.	
I	30 (+)	5 (*tu*)
II	167 (+)	34 (*tu*)
III	164 (+)	41 (*tu*)
IV	228 (+)	34 (*tu*)

Le test d'homogénéité donne un $\chi^2 = 13.56$ avec 3 degrés de liberté.

En plus de la pénétrance différente du caractère dans les trois souches pures étudiées et dans les F 1 de leurs croisements avec les souches sans tumeurs, le moment de l'apparition des tumeurs mélaniques visibles sur le vivant n'est pas le même pour les trois souches.

Chez presque tous les individus de la souche *tu vg bw*, la tumeur devient déjà visible chez les larves du dernier stade, quelques heures avant la pupaison; dans la souche 5, les tumeurs ne deviennent souvent apparentes que chez les larves qui ont cessé de se nourrir; enfin, dans la souche *cl tu*, les tumeurs n'apparaissent, dans la plupart des cas, que quelques heures après la formation du puparium.

On voit donc que le caractère tumeur des trois souches étudiées dans cette Note, diffère par plusieurs particularités. Pourtant, le gène majeur responsable de ce caractère doit être le même pour les trois souches, car, dans les souches *cl tu* et *tu vg bw*, il a la même origine que celui de la souche 5.

A moins de supposer une mutation du gène *tu*, survenue après la constitution des souches *cl tu* et *tu vg bw*, éventualité très peu probable, il faut admettre que les différences entre les souches sont dues aux différences des complexes de modificateurs existant dans ces souches.

Il est intéressant de noter, en outre, que, dans ce cas, l'influence des modificateurs sur la pénétrance du caractère semble aller de pair avec leur influence sur le moment de sa manifestation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Modifications biochimiques au cours du développement des bactériophages chez une bactérie lysogène* (¹). Note (*) de M. **Louis Siminovitch** et Mme **Sarah Rapkine**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

L'induction de la production de bactériophages chez une souche lysogène de *Bacillus megatherium* ne supprime pas la croissance bactérienne. Au cours de la période latente, il y a augmentation de la respiration et synthèse d'acide ribonucléique. La synthèse de l'acide désoxyribonucléique est totalement inhibée durant la première période de la phase latente.

Les phénomènes biochimiques accompagnant le développement des bactériophages ont été jusqu'ici étudiés presque exclusivement avec *Escherichia coli* et des bactériophages du type T^2—T^4; l'infection entraîne l'arrêt de la croissance bactérienne (²) et de la synthèse de l'acide ribonucléique (³), et empêche l'adaptation enzymatique (⁴). La respiration reste constante jusqu'à la lyse (²), (⁴). La synthèse de l'acide désoxyribonucléique, totalement bloquée pendant quelques minutes, repart ensuite à une vitesse accélérée (³).

On sait que chez les souches lysogènes de *Bacillus megatherium* le développement du bactériophage peut être induit sous l'effet d'une irradiation ultra-violette (⁵). Après l'induction, durant la période latente qui précède la lyse, la croissance bactérienne continue à taux réduit. Quelles sont les modifications biochimiques qui se produisent au cours de cette croissance bactérienne qui représente jusqu'ici un phénomène assez caractéristique des espèces lysogènes ? Qu'advient-il en particulier de la respiration et des acides ribo- et désoxyribonucléiques?

Pour la mesure de la respiration, des suspensions de bactéries « induites » (irradiation de 1000 ergs : mm^2) ont été pipetées dans des fioles manométriques de Warburg. Les unes sont utilisées pour la mesure de la consommation d'oxygène, les autres pour les mesures de la densité optique. On voit (*fig.* 1) que la consommation d'oxygène suit la courbe de densité optique.

(*) Séance du 9 avril 1951.

(¹) Travail effectué avec l'aide d'une subvention du *National Institute of Health* des États-Unis d'Amérique.

(²) S. S. Cohen et T. F. Anderson, *J. exp. Med.*, 84, 1946, p. 511; S. S. Cohen, *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 12, 1947, p. 35.

(³) S. S. Cohen, *J. Biol. Chem.*, 174, 1948, p. 281.

(⁴) J. Monod et E. Wollman, *Ann. Inst. Pasteur*, 73, 1947, p. 937.

(⁵) A. Lwoff, L. Siminovitch et N. Kjeldgaard, *Ann. Inst. Pasteur*, 79, 1950, p. 815.

L'acide ribonucléique (ARN) a été dosé par la technique de Mejbaum [6] sur des bactéries centrifugées à froid, lavées, puis extraites à chaud par l'acide trichloracétique [7]. La courbe d'ARN (*fig.* 2) suit la courbe de croissance tout comme la courbe de respiration.

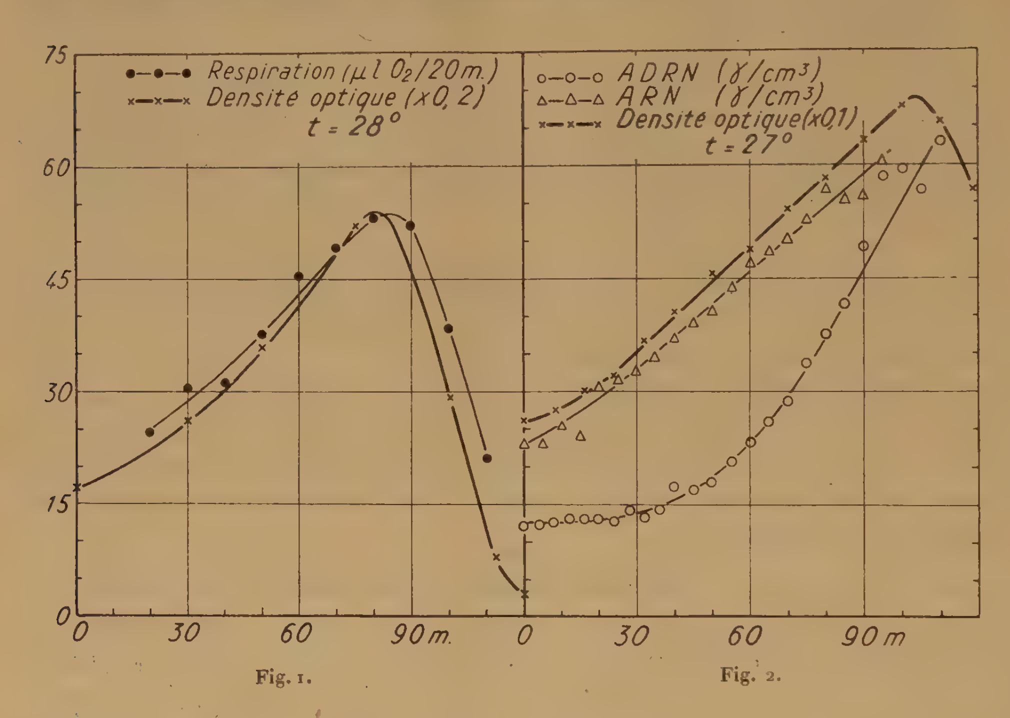


Fig. 1. Fig. 2.

Enfin, l'acide désoxyribonucléique (ADRN) a été dosé par la méthode de Stumpf [8] après extraction par l'acide trichloracétique [7]. On voit (*fig.* 2) que durant 25 à 30 minutes la quantité d'ADRN reste constante. Il y a ensuite augmentation de la teneur en ADRN à une vitesse notablement supérieure à la vitesse de croissance bactérienne. Dix autres expériences ont fourni des résultats similaires.

Nous sommes maintenant en mesure de comparer le déroulement des phénomènes chez *B. megatherium* lysogène induit et chez *E. coli* infecté. Le choc inducteur aussi bien que l'infection entraînent l'arrêt de la synthèse de l'acide désoxyribonucléique, arrêt suivi, après une période latente, d'une synthèse rapide. Mais chez *B. megatherium* induit, contrairement à ce qui se passe chez *E. coli* infecté, la croissance bactérienne continue, la respiration augmente et il y a synthèse d'acide ribonucléique.

Parmi les souches lysogènes, *B. megatherium* n'est pas le seul à présenter

(6) *Z. Physiol. Chem.*, 258, 1939, p. 117.
(7) W. C. Schneider, *J. Biol. Chem.*, 161, 1945, p. 293.
(8) *J. Biol. Chem.*, 169, 1947, p. 367.

une croissance après l'induction. Celle-ci existe aussi chez *Pseudomonas pyocyanea* ([9]), *Staphylococcus aureus* ([10]) et *Escherichia coli* K 12 ([11]). Chez *P. pyocyanea* ([12]) aussi bien que chez *E. coli* K 12 ([13]), il peut y avoir adaptation enzymatique au cours de la période latente donc synthèse de protéines spécifiques.

Le développement des bactériophages chez *B. megatherium* lysogène ne supprime ni la croissance bactérienne, ni la synthèse du système respiratoire, ni celle de l'acide ribonucléique; il ne supprime pas non plus, chez les autres espèces lysogènes étudiées, l'adaptation enzymatique. Le développement des bactériophages est donc parfois compatible avec certaines synthèses. Mais aussi bien chez *B. megatherium* induit que chez *E. coli* infecté le stade préparatoire au développement du bactériophage se marque par un blocage complet de la synthèse de l'acide désoxyribonucléique bactérien.

L'étude du *B. megatherium* lysogène permet donc de mettre en évidence une interférence du bactériophage avec le système responsable de cette synthèse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Suppression expérimentale de la croissance des bactéries au cours du développement du bactériophage chez* Pseudomonas pyocyanea ([1]). Note ([*]) de M. **François Jacob**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

On peut supprimer la croissance de *P. pyocyanea* pendant le développement du bactériophage aussi bien chez les souches lysogènes « induites » que chez les souches sensibles infectées, en limitant l'aliment carboné. On peut ainsi calculer la quantité de glucose nécessaire au développement du bactériophage chez *P. pyocyanea*.

On sait que *Bacillus megatherium*, *Pseudomonas pyocyanea* et *Staphylococcus aureus* continuent à croître durant la période latente précédant la lyse phagique, ceci aussi bien pour les souches sensibles infectées par le bactériophage que pour les souches lysogènes après induction par les rayons ultraviolets ([2]), ([3]). Par contre, dans les systèmes classiques du type

---

([9]) F. Jacob, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1585.

([10]) F. Jacob, Communication personnelle.

([11]) J. Weigle et M. Delbruck, Communication personnelle.

([12]) F. Jacob, Communication personnelle.

([13]) L. Siminovitch et F. Jacob, Résultats inédits.

([*]) Séance du 9 avril 1951.

([1]) Travail effectué avec l'aide d'une subvention du *National Institute of Health* des États-Unis d'Amérique.

([2]) A. Lwoff, L. Siminovitch et N. Kjeldgaard, *Ann. Inst. Pasteur*, 79, 1950, p. 815-858.

([3]) F. Jacob, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1585-1587.

E. coli B-bactériophages T_2, l'inhibition de la croissance est totale. Nous nous sommes proposé de déterminer les conditions dans lesquelles on obtiendrait l'inhibition complète pour les souches lysogènes.

A partir de la souche sensible de *P. pyocyanea* 13 nous avons obtenu un mutant résistant lysogène 13/8 A qui, après induction, libère environ 100 bactériophages par bactérie.

Les souches 13 et 13/8 A utilisent le glucose mais pas le lactose. On peut leur fournir du glucose en ajoutant au milieu un excès de lactose et des quantités variables de β-galactosidase (lactase) qui libère du glucose à une vitesse proportionnelle à la concentration de l'enzyme. La lactase utilisée a été préparée par M. Cohn et J. Monod ([4]) à partir d'une souche d'*E. coli*. Le système s'est révélé stable pendant toute la durée des expériences et permet d'obtenir un « régime » d'alimentation constant défini par la quantité de glucose libérée par unité de temps. Les cultures en milieu synthétique ([3]) sont agitées dans un bain-marie à 37°.

La figure ci-jointe représente deux séries d'expériences réalisées avec un excès de lactose (4 °/₀₀) et des concentrations variables de lactase sur la souche lysogène irradiée et sur la souche sensible infectée. Elle montre que :

1° pour des concentrations adéquates de lactase, on observe une croissance à vitesse réduite des témoins non irradiés ou non infectés. De plus, cette croissance est linéaire en coordonnées normales, c'est-à-dire que la quantité absolue de matière vivante formée dans l'unité de temps est constante, et, pour certaines concentrations, proportionnelle à la quantité de lactase;

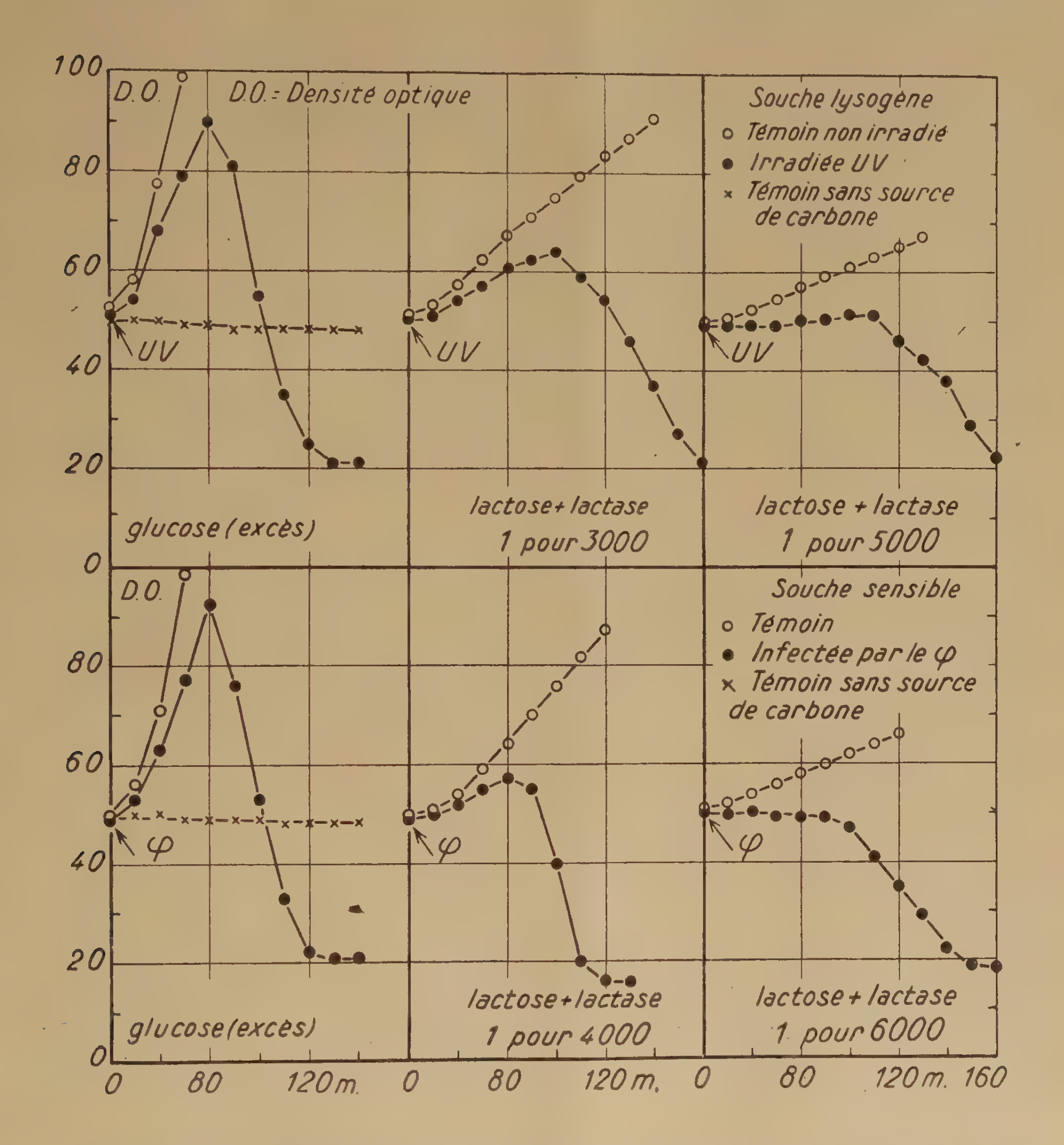
2° pour des concentrations en lactase très faibles, on voit que la croissance résiduelle des bactéries infectées ou induites est faible ou nulle, alors que les témoins présentent une croissance mesurable. Tout se passe donc comme si, au-dessous d'un certain régime, le bactériophage détournait à son profit tout le glucose présent. Ceci est réalisé lorsque la quantité de lactase est égale au cinquième environ de la quantité permettant la croissance à taux normal. Lorsque le régime est plus élevé, mais alors seulement, une certaine quantité de glucose reste disponible pour la croissance bactérienne;

3° si l'on diminue encore la concentration en lactase le rendement n'est pas modifié : les bactéries lysogènes induites libèrent toujours 100 bactériophages par bactérie quel que soit le régime. Mais la période latente et la durée de la lyse augmentent à mesure que le régime diminue. L'examen des courbes montre que la quantité totale de glucose nécessaire au dévelop-

---

([4]) *Biochim. Biophys. Acta* (sous presse).

pement du bactériophage est sensiblement la même. Cette quantité, qui peut être calculée de plusieurs façons, correspond à 4.10^9 molécules de glucose par bactérie pour la souche 13/8 A. Par ailleurs, on peut calculer que pour qu'une bactérie double, il faut lui fournir 2.10^{10} molécules de glucose.



Puisque la croissance bactérienne n'est possible que si le régime dépasse un certain niveau, tout se passe comme si le bactériophage en voie de développement détournait à son profit une quantité fixe d'aliment carboné énergétique, la bactérie ne pouvant utiliser que le surplus pour ses propres synthèses.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Activité tuberculostatique élevée de nouvelles thiosemicarbazones.* Note de MM. **Maurice Welsch, N. P. Buu-Hoï, Georges Dechamps, Nguyen Hoań, Henri Le Bihan** et **Fernand Binon**, présentée par M. Antoine Lacassagne.

L'activité tuberculostatique de plusieurs nouvelles thiosemicarbazones a été déterminée *in vitro*, et reconnue supérieure à celles de substances similaires décrites jusqu'à présent. La toxicité de certaines de ces thiosemicarbazones est inférieure à celle de composés analogues utilisés jusqu'à présent en thérapeutique.

Depuis la découverte simultanée par l'un de nous avec Jouin des propriétés tuberculostatiques de la thiosemicarbazide (1) et par Domagk, Behnisch, Mietzsch et Schmidt de celle de ses produits de condensation avec aldéhydes et cétones (2), l'activité biologique de nombreux composés de ce groupe a été étudiée par plusieurs auteurs (3) et par nous-mêmes.

Nous avons pour notre part, synthétisé et examiné le comportement vis-à-vis du bacille tuberculeux de plus de trois cents dérivés nouveaux de la thiosemicarbazide. L'activité tuberculostatique a été déterminée sur *Mycobacterium tuberculosis*, var. *bovis* (souche B. C. G. de Liége, entretenue sur milieu de Lœwenstein). Le milieu d'épreuve est celui de Dubos et Middlebrook (4), la méthode employée, celle des dilutions sériées en progression géométrique de raison 1/10. La technique consiste à ajouter 0,1 cm^3 d'une culture de six jours en milieu de Dubos à chaque centimètre cube de milieu de culture contenant le produit à examiner et maintenu à 37°; les lectures se font après 4, 10, 20, et 30 jours et sont vérifiées par l'examen au microscope de fluorescence, après coloration à l'auramine.

Dans ces conditions, on trouve que, si un nombre très élevé de thiosemicarbazones d'aldéhydes et de cétones variées possèdent une activité importante (aux concentrations de l'ordre de 10^{-5}), un petit nombre de substances se détachent nettement du lot, et montrent une activité tuberculostatique *in vitro* considérable, de beaucoup supérieure à celles de la streptomycine, et de la thiosemicarbazone de l'aldéhyde 4-acétaminobenzoïque (Conteben, ou T. B. 1 de Domagk). Voici, à titre d'indication, une liste non limitative de thiosemicarbazones qui, dans notre test, se montrent actives à la concentration de 10^{-6} à 10^{-7} (0,1 $\mu g : cm^3$) alors que, dans le même test, l'activité du Conteben est de l'ordre de 10^{-5} :

(1) J. Jouin et Buu-Hoï, *Ann. Inst. Pasteur*, 72, 1946, p. 580.

(2) Domagk, Behnisch, Mietzsch et Schmidt, *Naturwissenschaften*, 33, 1946, p. 315.

(3) Donovick, Pausy, Stryker et Bernstein, *J. of Bacteriology*, 59, 1950, p. 667; Hoggarth, Martin, Storey et Young, *Brit. J. of. Pharmacology*, 4, 1949, p. 248.

(4) *Amer. Rev. Tuberc.*, 56, 1947, p. 334.

a. thiosemicarbazone de l'aldéhyde 4-benzyloxybenzoïque (I),
b. thiosemicarbazone de l'aldéhyde 4-cinnamyloxybenzoïque (II) :

$R-O-C_6H_4-CH=N-NH-CS-NH_2$ (I) : $R = -CH_2-C_6H_5$; (II) : $R = -CH_2-CH=CH-C_6H_5$

c. thiosemicarbazone de la 4-cinnamyloxypropiophénone (III) :

$C_6H_5-CH=CH-CH_2-O-C_6H_4-C(C_2H_5)=N-NH-CS-NH_2$

(III)

d. Thiosemicarbazone de l'aldéhyde 5-chloro-2-cinnamyloxybenzoïque (IV) :

$C_6H_5-CH=CH-CH_2-O-C_6H_3(Cl)-HC=N-NH-CS-NH_2$

(IV)

e. Les thiosemicarbazones des aldéhydes 2-thénoïque (V), 5-chloro-2-thénoïque (VI), 5-bromo-2-thénoïque (VII), 5-isobutyl-2-thénoïque (VIII), et 5-benzyl-2-thénoïque (IX) :

R–(thiophène, S)–$CH=N-NH-CS-NH_2$

(V) $R = H$,
(VI) $R = Cl$,
(VII) $R = Br$,
(VIII) $R = iso.C_4Hg$,
(IX) $R = CH_2-C_6H_5$.

f. Les thiosemicarbazones de la 9-éthylcarbazole-3-aldéhyde (X) et de la 6-méthyl-9-éthylcarbazole-3-aldéhyde (XI) :

R–(carbazole, N–C_2H_5)–$CH=N-NH-CS-NH_2$

(X) $R = H$,
(XI) $R = CH_3$.

g. La thiosemicarbazone de la 9-méthylphénothiazine-3-aldéhyde (XII) :

(phénothiazine, S, N–CH_3)–$CH=N-NH-CS-NH_2$

(XII)

L'activité considérable de ces corps est d'autant plus remarquable qu'il s'agit de molécules pour la plupart beaucoup plus lourdes que celles étudiées

jusqu'ici par les auteurs précités. Elle montre que le pouvoir tuberculostatique des thiosemicarbazones dépend étroitement de leur structure moléculaire. Des modifications apportées à cette structure entraînent souvent des modifications de l'activité dans un sens inattendu : par exemple, l'introduction d'halogènes ou de groupements nitrés sur la molécule de la thiosemicarbazone (X), loin d'augmenter l'activité, la diminue dans des proportions considérables. Si elles compliquent beaucoup la recherche pharmacologique, ces particularités sont au contraire d'un grand intérêt lorsqu'on aborde le problème du mécanisme d'action des thiosemicarbazones. Du point de vue pratique, il est intéressant de noter qu'aucune relation n'existe entre l'activité tuberculostatique des thiosemicarbazones et leur toxicité : la thiosemicarbazone (II), par exemple, environ cent fois plus active que le Conteben, est aussi deux fois et demie moins toxique chez la Souris.

PHARMACODYNAMIE. — *Modifications hypophyso-surrénaliennes du Rat traité par la cortisone.* Note de M. **Herbert Tuchmann-Duplessis**, transmise par M. Robert Courrier.

Au cours d'observations antérieures, nous avons constaté que des interventions portant sur la surrénale modifiaient la structure antérieure du lobe de l'hypophyse [1]. Sous l'action de l'acétate de désoxycorticostérone, le nombre des cellules basophiles augmente; la surrénalectomie au contraire provoque une diminution des mêmes cellules. Les modifications de l'image hypophysaire correspondent, comme nous l'avons montré, à des variations du pouvoir corticotrope de la glande [2]. Dans le premier cas, Rats traités par l'acétate de désoxycorticostérone, la valeur corticotrope de l'hypophyse est supérieure à la normale; elle est au contraire inférieure à la normale dans le cas des animaux surrénalectomisés.

Bien que ces observations suggèrent que l'acétate de désoxycorticostérone ralentit la libération de l'hormone corticotrope et favorise son accumulation au niveau de l'hypophyse, nous avons été étonné de voir que le cortex surrénalien de ces animaux ne présente que de faibles altérations régressives. En vue de dégager la signification de ces expériences qui posent le problème du mécanisme de régulation de la sécrétion corticotrope, nous avons suivi l'action d'une autre cortico-stéroïde, la cortisone.

Deux groupes de 15 rats, des mâles pesant 100-110 g et des femelles de 150-160 g, ont reçu pendant 12 jours par voie intra-musculaire 5 mg d'acétate de cortisone (Merck), soit une dose totale de 60 mg par animal. Les surrénales

---

(1) H. Tuchmann-Duplessis, *C. R. Soc. Biol.*, 144, 1950, p. 250.

(2) H. Tuchmann-Duplessis, *C. R. Soc. Biol.*, 1951 (sous presse).

(3) M. E. Simpson, H. M. Evans et C. H. Li, *Endocrinology*, 33, 1943, p. 261.

ont été pesées et fixées au formol pour l'examen des lipides. Six hypophyses ont été fixées au Helly et examinées cytologiquement, les autres 24 glandes ont servi pour le dosage de l'hormone corticotrope. Celui-ci a été fait par le test de réparation sur des rates de 110 g hypophysectomisées depuis 15 jours (³).

L'hypophyse des rats traités par la cortisone est augmentée de volume et présente du point de vue histologique une forte augmentation numérique des cellules basophiles. La surrénale par contre est considérablement atrophiée ; chez le mâle elle passe de 37,2 à 14,5 mg pour 100 g d'animal, soit une diminution de 61 %. La diminution pondérale est plus faible chez la femelle ; elle est de 30 à 40 % selon les lots, mais il est à remarquer que les femelles pesaient plus que les mâles.

A l'examen histologique le cortex surrénalien paraît souvent plus atrophié que celui d'un rat hypophysectomisé depuis 15 jours. La régression porte surtout sur la fasciculée et accessoirement sur la réticulée. Comme chez le Rat hypophysectomisé, une large zone sudanophobe apparaît entre la fasciculée et la glomérulaire. Cette dernière zone par contre ne semble pas modifiée. La forte atrophie des deux autres zones la fait paraître même plus riche en matériel sudanophile que normalement. La différence de réaction entre la fasciculée et la glomérulaire, fait qui apporte un nouvel argument en faveur de la spécialisation fonctionnelle des cellules corticales, ne sera pas envisagée ici.

Détermination de la valeur corticotrope de l'hypophyse (Rat femelle).
Test de réparation.

Groupe	Poids de la surr. en mg : 100 g d'animaux.	Augm. en % par rapport aux témoins.	Variation en % par rapport aux traités par hyp. norm.
Hypophysect. Témoins..........	9,0	–	–
Hypophysect. + H normale	11,2	+ 24,4	–
Hypophysect. + H + (cort.)	16,1	+ 78,8	+ 43,7 %
Hypophysect. + H + (cort.)	17	+ 88,8	+ 51,7 %

H normale = hypophyse d'un donneur intact; H (cort.) = hypophyse d'un donneur préalablement traité par la cortisone.

Les résultats de la détermination biologique qui sont résumés dans notre tableau montrent que sous l'effet de la cortisone la valeur corticotrope de l'hypophyse augmente. Cette augmentation est selon le groupe envisagé de 40 à 50 % par rapport aux témoins. Elle coïncide d'autre part avec une atrophie considérable du cortex surrénalien.

L'action de la cortisone paraît à première vue inattendue surtout si on la compare à celle des œstrogènes sur la fonction gonadotrope. De fortes doses d'œstrogènes provoquent, comme on le sait, une réduction numérique des

cellules chromophiles de l'hypophyse, allant de pair avec une diminution de son pouvoir gonado-stimulant. Dans le cas de la cortisone, l'hypophyse reste floridée et son contenu hormonal augmente. Cependant la libération de l'hormone corticotrope est visiblement diminuée, car l'organe récepteur, le cortex surrénalien, s'atrophie.

Nos observations nous conduisent à penser que la libération de l'hormone anté-hypophysaire corticotrope est en grande partie réglée par le taux variable des cortico-stéroïdes. L'augmentation du taux des cortico-stéroïdes ralentit l'excrétion hypophysaire, sa diminution la stimule. Il semble néanmoins que le taux variable des hormones surrénaliennes ne soit pas le seul facteur de régulation de la fonction corticotrope, car même en donnant de très fortes doses de cortico-stéroïdes, nous n'avons pu obtenir une inhibition complète de l'hypophyse.

PHARMACODYNAMIE. — *Influence du salicylate et du gentisate de sodium sur la perméabilité de la membrane synoviale de l'articulation.* Note de MM. **Louis Thiéblot, Étienne Simon, Jean Laforet** et **Jacques Berthelat**, présentée par M. Léon Binet.

Actuellement, on pense qu'un des mécanismes de production des arthrites rhumatismales est constitué par des modifications de la perméabilité synoviale. Nous avons cherché à mettre au point un test capable de mesurer cette perméabilité synoviale *in vivo*. Récemment, Seifter [1] a mis au point une méthode, dérivée de celle de Brunschwig et Curtis [2] permettant de réaliser cette mesure. Le principe est basé sur l'injection intra-articulaire de phénolsulfonephtaléine et l'observation : 1° du délai d'apparition de la coloration urinaire; 2° de la concentration du colorant dans l'urine à l'électrophotomètre. Nous avons abandonné la 2e partie du test qui, en réalité, est plus en rapport avec la fonction rénale qu'avec la perméabilité articulaire et nous avons modifié certains détails pratiques. L'étude de produits antirhumatismaux tels le salicylate et le gentisate de sodium a été faite suivant cette méthode.

Notre technique est la suivante : chaque série de mesure comportait 8 lapins mâles, de 3 kg environ. Chaque animal non anesthésié est installé en décubitus dorsal sur une planchette à contention. La face interne de l'articulation talo-crurale d'une patte est rasée. Une sonde en gomme est introduite dans l'urèthre jusqu'à la vessie et laissée en place durant toute l'expérience. La vessie est vidée et lavée avec une petite quantité de

---

(1) J. Seifter, J. H. Baeder et A. J. Bégany, *Proc. Soc. Exp. Biol. Méd.*, 72, 1949, p. 277.

(2) *Proc. Soc. Exp. Biol. Méd.*, 27, 1930, p. 358.

sérum physiologique. Lorsque l'écoulement est terminé, on injecte dans l'articulation une solution contenant 1,25 mg de phénolsulfonephtaléine (P.S.B.) dissoute dans 0,25 cm³ d'une solution de NaCl à 8,5 ‰. Avant de retirer l'aiguille, on aspire avec la seringue pour s'assurer que l'aiguille n'a pas produit de traumatisme articulaire.

L'écoulement est surveillé jusqu'à l'apparition du colorant dans l'urine. Il est parfois difficile d'apprécier avec exactitude le changement de coloration. Aussi est-il important de recueillir l'urine dans une coupelle blanche. Une cause d'erreur peut se produire : le mélange de sang à la suite du traumatisme uréthral. La différenciation s'opère en mettant une goutte d'urine sur un papier filtre. Lorsqu'il s'agit de sang, le pourtour de la tache devient humide mais ne présente pas de coloration rosée.

Résultats. — Dans un premier temps, nous avons cherché à savoir si plusieurs séries de lapins donnaient des chiffres comparables. En prenant 8 lapins par série, nous avons pu nous rendre compte que la moyenne de durée d'apparition du colorant dans l'urine obtenue dans les différentes séries variait de 12 à 14 mn. Par contre, les variations individuelles sont importantes puisque les chiffres trouvés pouvaient atteindre les valeurs extrêmes de 9 à 21. Il faut donc opérer sur une même série et tester les animaux à différentes reprises avant d'expérimenter.

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons fait l'étude des substances antirhumatismales : salicylate et gentisate de sodium. Les substances ont été injectées dans la veine marginale de l'oreille, soit en faisant une seule injection 1 h 30 mn à 2 h avant de renouveler l'examen, soit pendant plusieurs jours avant de recommencer la mesure de la perméabilité articulaire.

a. Action du salicylate de sodium. — Chaque animal de la série reçoit par voie intra-veineuse une solution à 10 % de salicylate de sodium pendant six jours. Les trois premiers jours, la dose injectée est de 0,10 g : kg d'animal et les 3 jours suivants 0,20 g : kg de produit dans les mêmes conditions; la mesure est pratiquée 1 h 30 mn après la dernière injection. Les résultats sont les suivants pour une série, choisie comme exemple.

Le délai d'apparition dans l'urine du colorant injecté dans l'articulation était, avant le salicylate de sodium, de 14, 18, 12, 8, 10, 14, 22, 12 mn; moyenne, 13,7 et, après traitement, respectivement de 18, 25, 31, 18, 24, 20, 23, 25 mn; moyenne 23.

b. Action du gentisate de sodium. — Les deux séries d'animaux ont reçu une solution de gentisate de sodium à 10 % à raison de 0,20 g : kg pendant trois jours.

Le délai d'apparition du colorant dans l'urine a été avant traitement : Première série : 14, 18, 8, 10, 11, 14, 22; moyenne 13,8 et, après gentisate de sodium, respectivement de 10, 24, 10, 10, 19, 14, 20; moyenne 15,3;

deuxième série : avant traitement : 13, 15,5, 10, 14; moyenne, 13,1; après gentisate de sodium respectivement de 20, 18, 23, 19, moyenne, 20 mn.

Donc, on peut conclure que ces deux substances diminuent la perméabilité synoviale, le gentisate étant moins actif que le salicylate.

Discussion. — Ces résultats, en accord avec ceux de Seitter, montrent que le délai d'élimination du colorant par l'urine, après instillation de P.S.B. dans l'articulation, est d'environ 14 mn, à condition de prendre des séries de 8 à 10 lapins, le retard du délai d'élimination sous l'influence du traitement par le salicylate et le gentisate de sodium permet d'affirmer une diminution de la perméabilité de la capsule articulaire. Or, on sait que les substances retardant l'élimination intra-articulaire possèdent une action favorable sur l'arthrite rhumatismale et que, par ailleurs, l'hyaluronidase en excès, favorise la diffusion des substances. Seifter a montré que l'extrait cortico-surrénal s'opposait à l'action de l'hyaluronidase et provoquait un retard d'élimination. Les travaux récents de Champy et ses collaborateurs [3], montrant une influence des salicylates sur le cortex surrénal, reçoivent ainsi une confirmation indirecte.

Conclusion. — Le salicylate de sodium et le gentisate de sodium diminuent la perméabilité synoviale. Cette propriété est vraisemblablement en rapport avec une stimulation du cortex surrénal. La méthode rapportée peut être utilisée pour l'étude de drogues antirhumatismales.

MICROBIOLOGIE. — *Y a-t-il possibilité de symbiose entre le virus Coxsackie et celui du vaccin jennerien neurotrope?* Note de MM. **Constantin Levaditi** et **Aron Vaisman**, présentée par M. Gaston Ramon.

Nous avons montré que le vaccin jennerien adapté au Lapin, vaccin qui, inoculé par voie intranévraxique à la Souris adulte, présente des affinités rigoureusement sélectives à l'égard des constituants mésodermiques de l'encéphale, devient réellement neurotrope lorsqu'il est transmis par la même voie, à des souriceaux âgés de deux à quatre jours [1]. Dans ces conditions, il s'attaque non seulement aux éléments dérivés du mésoderme (vaisseaux, plexus choroïdes et méninges), mais encore aux éléments nobles (tels les neurones et la névroglie). Le fait de se trouver en présence de neurocytes jeunes, en voie d'évolution, lui permet de vaincre la résistance que lui opposent par ailleurs les mêmes neurocytes, parfaitement évolués, des animaux adultes. L'encéphalite neuro-vaccinale des souriceaux [caractérisée par des altérations neuroniques ressemblant à celles engendrées par le virus

---

(3) C. Champy et M. Demay, *Bull. Acad. Méd.*, **135**, 1951, p. 13.

(1) *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 194; *Rev. Immunol.*, 1951 (sous presse).

Coxsackie (²)] est donc une *ectodermose neurotrope* dans la véritable acception du terme.

Ayant entrepris récemment (³) l'étude des *associations* possibles, en d'autres termes des *symbioses*, entre le virus Coxsackie et d'autres ultragermes neurotropes, nous avons signalé l'impossibilité d'une telle association dans le cas du complexe : ultragerme Coxsackie-virus poliomyélitique (Lansing). Le premier de ces deux ultravirus supplante le second (lorsque le test utilisé est le cerveau de jeunes souriceaux), et cela en raison de la virulence extrême et de la prompte évolution de l'encéphalite Coxsackie par rapport à celles de la poliomyélite. Or, qu'advient-il lorsqu'on associe ce même virus Coxsackie et celui du vaccin jennerien, deux agents pathogènes dont l'intensité de virulence et le pouvoir morbigène sont identiques pour les souriceaux non sevrés ?

Technique. — Un mélange à parties égales de suspensions de cerveaux de souriceaux inoculés avec le virus Coxsackie (souche B de Dalldorf), morts ou sacrifiés le troisième jour, et d'encéphales de lapins ayant succombé à une encéphalopathie provoquée par le virus jennerien adapté à cette espèce animale (souche Nélis et Lafontaine; concentration finale 1/10), est inoculé dans le cerveau de souriceaux non sevrés. L'encéphale de ces sujets sert à effectuer des passages sur des souriceaux neufs et des titrages (dilutions progressives éprouvées par voie intradermique) sur le Lapin. On réalise ainsi quatre passages successifs; les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

	Résultats.								
	Souriceaux-Coxsackie.						Lapins-test (vaccine).		
			Lésions cérébrales-Coxsackie.				Dilution minima vaccinogène.		
Primo-inoculation et passages.	Total des animaux.	Morts ou sacrifiés après (en jours).	+++	++	±	Total (⁴).	2ᵉ jour.	4ᵉ à 5ᵉ jour.	Lapin nᵒ.
Primo-inoculation....	4	3	4	0	0	4/4	10^{-4}	10^{-4}	864
1ᵉʳ passage..........	6	3	6	0	0	6/6	10^{-4}	10^{-4}	871
2ᵉ passage...........	7	2	4	3	0	7/7	0	10^{-4}	866
3ᵉ passage...........	6	2-3	5	1	0	6/6	0	0	832
4ᵉ passage...........	6	2	5	1	0	6/6	0	0	876
Souriceaux Coxsackie (donneurs)........	9	3-4	9	0	0	9/9	—	—	Lapin donneur (cerveau) 873

(²) Dalldorf et Sickles, *Science*, 108, 1948, p. 61; *Bull. N. Y. Acad. Méd.*, 26, 1950, p. 329; Melnick, *Ibid.*, p. 342; C. Levaditi, *La semaine des Hôpitaux de Paris*, 26, 1950, p. 2541.

(³) *C. R. Soc. Microbiol. de langue française*, Séance du 5 avril 1951 (sous presse).

(⁴) Les chiffres placés à gauche du trait indiquent le nombre d'animaux ayant présenté des lésions cérébrales, ceux placés à droite du trait le nombre total d'animaux inoculés.

Ce tableau montre ce qui suit :

1° Lors de la primo-inoculation du mélange Coxsackie-vaccine, tous les souriceaux sont morts d'encéphalite type Coxsackie (ainsi qu'en témoignent l'intensité et les caractéristiques morphologiques des altérations névraxiques). De plus, le cerveau de ces sujets contenait une quantité considérable de vaccin jennerien (dilution minima vaccinogène : 10^{-5});

2° Même résultat lors du premier et du second passages sur souriceaux (même titre : 10^{-4} à 10^{-5}), avec une atténuation nette du pouvoir vaccinogène;

3° Résultat tout différent lors du troisième et du quatrième passages, où la persistance du virus Coxsackie a coïncidé avec la disparition totale de l'ultragerme vaccinal.

Il en résulte que *si l'on inocule simultanément, dans le système nerveux central de souriceaux nouveau-nés, le virus Coxsackie et le vaccin jennerien encéphalitogène, le premier de ces ultra-germes supplante le second, et cela dès le troisième passage de cerveau à cerveau. Dans les conditions de nos essais, aucune symbiose de ces deux ultravirus n'est possible. L'inaptitude du virus Coxsackie à une association s'affirme donc; peu importe que l'agent pathogène additionnel soit ou non différent de lui par l'intensité de sa virulence et par la durée de l'évolution de l'infection qu'il provoque.*

A 16 h 5 mn l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 h 25 mn.

L. B.

ERRATA.

(*Comptes rendus* du 19 mars 1951.)

Note présentée le même jour, de M. *Hubert Delange*, Nouveaux théorèmes pour l'intégrale de Laplace (II) :

Page 1177, 5e ligne en remontant, *au lieu de* $\omega_{\mathrm{V},k}(\gamma, h) < +\infty$, *lire* $\varpi_{\mathrm{V},k}(\gamma, h) < +\infty$.